

TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

TÍTULO:

Perfeccionamiento de la metodología de reproducción del biorregulador *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant en condiciones del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal Cienfuegos.



Autor: Belkis María Galvizu Rodríguez

Tutores: MSc. Ana Rodríguez Hernández
MSc. María del Loreto Reyes Garriga

2014-2015

Agradezco:

- *Al Dios de los siglos, quien me fortaleció y ayudó en mi preparación.*
- *A mi madre por darme la vida, por lo que este logro también es suyo.*
- *Especialmente a mi esposo Luis, por su eterna paciencia y por su gran apoyo.*
- *A mis tutoras MSc. Ana y MSc. Maria del Loreto por su trabajo abnegado y sus acertados consejos.*
- *A mi compañera MSc. Isabel por su apoyo incondicional.*
- *A todos los profesores que me han ayudado en mi formación y por todos los conocimientos adquiridos.*
- *Al tribunal que me ha ayudado a perfeccionar mi investigación siendo tan certeros en sus señalamientos.*
- *A todos los que de alguna forma han contribuido con su ayuda y apoyo, muchas gracias.*

*A todos, Muchisimas Gracias.
Belkis Maria Galvizu Rodriguez*

Pensamiento



*El único camino abierto a la prosperidad constante y fácil
es el de conocer, cultivar y aprovechar los elementos
inagotables e infatigables de la naturaleza...*

José Martí

Dedicatoria

Especialmente a mi madre, mi esposo, familia, amigos y tutores por su eterno apoyo, paciencia y dedicación.

RESUMEN

Maconellicoccus hirsutus (Green), se considera un insecto altamente polífago capaz de causar importantes pérdidas económicas en cultivos de interés agrícola y otros. La experiencia mundial en el combate de esta plaga, ha demostrado que la vía más efectiva para su control es el empleo de la lucha biológica, dentro de esta, su biorregulador por excelencia es *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. Esta investigación se desarrolló en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal en Cienfuegos durante el período comprendido entre Mayo 2013 hasta Mayo 2015, utilizando como base la metodología de reproducción del biorregulador *C. montrouzieri* (Milán *et al.*, 1999). El trabajo se dividió en dos etapas, una correspondiente a la fase de reproducción del hospedante *Pseudococcus elisae* Borchsenius y del biorregulador *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant y la segunda a la determinación de los parámetros de calidad de este en condiciones de laboratorio. Como resultados de este estudio se adaptaron aspectos de la metodología de cría tanto del hospedante como del biorregulador, logrando introducir algunas mejoras desde el punto de vista productivo y económico; se determinaron además los valores promedios de calidad entre los que se incluyeron los días que demora el biorregulador para emerger, los días que está emergiendo, la proporción de sexo, porcentaje de deformados, longitud de la hembra y el macho, la longevidad y la productividad proponiendo además una escala de valores según categoría para estos parámetros.

Palabras claves: *Cryptolaemus montrouzieri*, *Maconellicoccus hirsutus*, *Pseudococcus elisae*, parámetros de calidad.

SUMMARY:

Maconellicoccus hirsutus (Green) is considered a highly polyphagous insect that can cause significant economic losses in crops and other agricultural interest. Global experience in combating this pest, has shown that the most effective way to control is the use of biological control, within this, the biocontrol par excellence is *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. This research was conducted at the Provincial Plant Protection Laboratory in Cienfuegos during the period from May 2013 to May 2015, using as a basis the methodology playing the bioregulator *C. montrouzieri* (Milan *et al.*, 1999). The work is divided into two stages, one corresponding to the reproductive stage *Pseudococcus elisae* Borchsenius host and bioregulator *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant and second to determine the quality parameters of this under laboratory conditions. As results of the study methodology aspects of breeding both the host and the bioregulator, achieving some improvements in terms of productive and economically adapted; furthermore determined the mean values of quality among which included the days it takes to emerge bioregulator, days that is emerging, the sex ratio, percentage of deformed length of the female and the male, longevity and productivity also proposing a set of values for these parameters by category.

Keywords: *Cryptolaemus montrouzieri*, *Maconellicoccus hirsutus*, *Pseudococcus elisae*, quality parameters.

INTRODUCCIÓN

Los coccinélidos constituyen uno de los grupos de insectos entomófagos de mayor importancia ya que la mayoría de estos son polívoros y se caracterizan porque tanto las larvas como los adultos son voraces predadores de insectos de cuerpo blando como áfidos, cochinillas, ácaros, cóccidos, guaguas así como de la mielecilla de homópteros y del néctar de flores (Milán y Cueto, 2011 y Rosas-García, de Luna y Villegas, 2009).

Entre las especies de coccinélidos más comunes en zonas tropicales y subtropicales, se destacan: *Cycloneda sanguinea* (L), *Coleomegilla maculata* (De Guer), *Exochromus* sp., *Hippodamia convergens* (Guerin), *Rodolia cardinales* Mulsant; *Scymnus* sp.; *Stethorus* spp. y *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Chiri, 1987; Hoffmann y Frodsham, 1993).

La especie *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant se conoce históricamente por su empleo como predador de insectos plagas en la agricultura. Desde que estos insectos se introdujeron en California en 1891 por Sydney, en el Sur de Nueva Wales, Australia; por Albert Koebele y por sus sucesivas introducciones en Hawai en 1893, estos se han informado en alrededor de 40 países de regiones tropicales y subtropicales para combatir chinches harinosas (Meyerdik, 2000).

La chinche harinosa rosada del hibiscus (*Maconellicoccus hirsutus* (Green)), se destaca como una cochinilla nueva no solo para los territorios insulares del Caribe sino también para el Norte, Centro y Sur de América, constituyendo una amenaza para muchas especies vegetales dentro de los Estados Unidos, México, Centro América y países de Sudamérica que bordean el mar Caribe (Hernández, 2011).

M. hirsutus representa un peligro para ornamentales subtropicales y árboles frutales, así como también para hortalizas de clima cálido y cítricos, entre otros. La presencia de esta cochinilla también ejerce un impacto negativo sobre toda la producción agrícola y el establecimiento de esta plaga pondría en peligro los ecosistemas de muchas de las áreas (Zhang, Amalin, Shirali, Franqui, Oliver, Klun, Aldrich, Meyerdik y Lapointe, 2004).

Dentro de los impactos detectados en los países del continente americano sobre los cultivos que han sido infestados por la cochinilla rosada se enumeran la pérdida de los rendimientos y de la producción, la reducción en la superficie cultivada, pérdidas en el comercio agropecuario, incremento en los costos de producción, la pérdida del atractivo estético en hoteles y áreas turísticas y por ende los costos asociados con la ejecución y mantenimiento de los programas de control (IICA, 1998).

No existen en los agroecosistemas biorreguladores específicos para su control y el uso de técnicas químicas no representa una alternativa viable, por lo que esta plaga constituye un problema para la Sanidad Vegetal y en general para los productores (Vargas Carrillo, 2009).

Por ello, todos los países del Caribe que están infestados con la chinche harinosa rosada han establecido un programa de control biológico como la vía más efectiva, utilizando parasitoides y depredadores (Afifi, Arnauty, Attia y Abd alla, 2010). En Granada, en 1995, se introdujo una avispa parásita conocida como *Anagyrus kamali* Moursi, endoparásitoide obligado de *M. hirsutus* y otros enemigos naturales, como la cotorrita depredadora más ampliamente usada *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, ambos importados desde la India, su lugar de origen, con excelentes resultados en el control (Vázquez, 1997).

Según Araya (2006) a largo plazo, este método de control es el que ha dado mejor resultado en el manejo de esta plaga y se debe implementar una vez que la misma se haya establecido en una región.

Al ser *M. hirsutus* una plaga presente en las áreas del Caribe y con una inminente posibilidad de introducción y diseminación en Cuba por diferentes vías como el comercio, el turismo y los eventos meteorológicos entre otros, en el año 2000 el Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), inició un proyecto para la reintroducción de *C. montrouzieri*, como parte de un programa preventivo contra la chinche harinosa rosada. En el mes de noviembre del mismo año, se le entregó a la provincia de Cienfuegos algunos ejemplares de *C. montrouzieri*, para su reproducción por métodos de crías artesanales en condiciones de Centro de Reproducción de Entomófagos (CRE) sin parámetros de calidad establecidos, lo que hizo necesario que la provincia emprendiera los ajustes a la metodología de reproducción del biorregulador y comenzara estudios para establecer los parámetros de calidad necesarios para su liberación.

Por todo lo antes expuesto se plantea el siguiente:

Problema científico

¿Cuáles serán las adecuaciones a la metodología y los parámetros de calidad para lograr una reproducción de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant en condiciones del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal?

Para dar respuesta a este problema científico se enunció la siguiente:

Hipótesis

En el proceso de reproducción de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant se harán mejoras y se determinarán sus parámetros de calidad, lo cual contribuirá al perfeccionamiento de la metodología de reproducción del biorregulador en condiciones de laboratorio.

Para confirmar la hipótesis se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general

Perfeccionar la metodología de reproducción del biorregulador *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant en las condiciones del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Cienfuegos.

Objetivos Específicos

1. Adecuar la metodología de reproducción de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant en condiciones de laboratorio.
2. Proponer los parámetros de calidad de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant en condiciones de laboratorio.

Impactos esperados:

1. Perfeccionar la metodología de reproducción de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant logrando establecer los parámetros de calidad para las condiciones de producción en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Cienfuegos, lo cual permitirá disponer de una estrategia para enfrentar la incidencia de *Maconellicoccus hirsutus* (Green).

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. Antecedentes y distribución actual de *Maconellicoccus hirsutus* (Green)

Insecto conocido como cochinilla rosada del hibisco, debido a su coloración y preferencia por las especies del género *Hibiscus*. No obstante, se le considera un insecto altamente polífago capaz de causar importantes pérdidas económicas en la agricultura, en cultivos de interés agrícola, la silvicultura, el turismo, parques y reservas naturales (IICA, 1998).

Se cree que es originaria del sur de Asia y/o Australia, pero fue descrita originalmente en la India en 1908 como *Phenecoccus hirsutus* Green. Presenta una amplia distribución mundial, ubicándose en las zonas tropicales y subtropicales. Se informa en 23 países de Asia y el Medio Oriente, en 19 países del África, y en 6, entre Australia e Islas del Pacífico

Informaciones más recientes la ubican en Islas Caymán donde fue informada por Pioro en el 2006. En el cono sur, se encuentra en Guyana, Suriname y en Venezuela (Cermeli, Morales, Godoy, Romero y Cárdenas, 2002), donde al igual que en Granada se sospecha de su presencia en ese territorio con anterioridad a 1999. En Centroamérica, en Belice; en el norte, en México (SAF, 2004), y en territorio de los EE.UU, en el estado de California en 1999 y en junio de 2002, pasa a la Florida (Hoy, 2008).

Esta plaga ha alcanzado en pocos años, un alto ritmo de dispersión, motivo por el cual, muchos países del continente incluido Cuba están preocupados y se preparan para enfrentar su introducción y diseminación (Williams, 1996).

Debido a la creciente importancia que ha adquirido esta cochinilla a partir de los informes sobre el gran impacto económico que ha causado en la región del Caribe, su rápida diseminación y los daños significativos que ha provocado, han motivado que las autoridades fitosanitarias establezcan una vigilancia permanente, en prevención a su posible diseminación en Cuba (Martínez, 2007).

1.1. Posición taxonómica

Las cochinillas harinosas se clasifican según Margulis y Schwarts (1998) citado por Watson y Chandler (2000) en:

Super Reino: Eukarya.

Reino: Animalia.

Phylum: Urinaria (= Mandibulata)

Clase: Insecta.

Orden: Hemiptera.

Suborden: Sternorrhyncha

Superfamilia: Coccoidea.

Familia: Pseudococcidae.

Género: *Maconellicoccus*

Especie: *Maconellicoccus hirsutus* (Green)

Según Williams (1996) *M. hirsutus* tiene las siguientes sinonimias:

Phenacoccus hirsutus Green. (Green, 1908).

Phenacoccus quaternus Green. (Iyer, 1912).

Pseudococcus hibisci Hall. (Hall, 1922).

Phenacoccus glomeratus Green. (Green, 1922).

Spilococcus perforatus De Lotto. (De Lotto, 1954).

Maconellicoccus hirsutus (Green). (Ezzat, 1958).

Paracoccus pasaniae Borchsenius. (Borchsenius, 1962).

Maconellicoccus perforatus (De Lotto). (De Lotto, 1964).

Maconellicoccus pasaniae (Borchsenius). (Tang, 1992).

1.2. Características morfológicas, biología y ecología

En climas tropicales, tanto el macho como la hembra de la cochinilla rosada, completan su desarrollo en menos de 35 días por lo que pueden alcanzar hasta 15 generaciones en un año (Ghose, 1972).

Se ha señalado que las cochinillas constituyen un grupo de insectos particularmente difíciles de identificar, que requieren de habilidades especiales para su montaje en láminas, equipamiento de alta calidad y el conocimiento de una morfología especializada para reconocer estructuras casi insignificantes presentes en la cutícula del mismo (Watson y Chandler, 2000).

La hembra adulta está recubierta por una capa cerosa blanca, que impide ver claramente su coloración que va desde un naranja, rosado a un rojizo al igual que sus fluidos (Williams, 1996), mientras que los machos presentan un par de alas, y son de coloración más oscura, parecido a un grisáceo, con dos filamentos caudales recubiertos de cera (Mani, 1989). Además la hembra adulta, puede llegar a depositar hasta 600 huevos, bajo condiciones normales pone 200-300, otros autores notifican que la hembra puede ovipositar entre 150 a 600 huevecillos en un periodo de aproximadamente una

semana, eclosionan en seis o nueve días, lo que incrementa rápidamente su población (Mani, 1988).

De manera local la cochinilla rosada puede diseminarse a través de la lluvia, el viento, las aves, la ropa y los vehículos, los que constituyen vías de dispersión de los huevos y estados juveniles de la plaga (Vázquez, 1997). Durante su primer instar ninfal, conocido como migrantes, se pueden desplazar a través de la planta en busca de un lugar para alimentarse (Mani, 1989). Sin embargo, es el hombre el principal diseminador, al movilizar de una región, o país a otro, materiales vegetales que pudieran encontrarse infestados (Kairo, 2000).

1.3. Daños e impactos que provoca

Estos insectos se caracterizan por tener un aparato bucal picador chupador que le permite succionar la savia de los tejidos vasculares de las plantas, produciendo severa deformación en hojas, tallos, ramas, flores y frutos. En las hojas se manifiestan los síntomas más tempranos, las que adquieren la forma de roseta (Cardona, 2001) pero además pueden aparecer hojas abarquilladas y rizadas. Los brotes jóvenes se observan torcidos y enrollados. Esto se debe, al parecer, a que en el proceso de alimentación, el insecto inyecta una sustancia tóxica.

Debido a la deformación de las hojas y ramas, el crecimiento de la planta se retrasa y los entrenudos de los tallos se acortan. Cuando la infestación es severa, las flores no se abren, se marchitan y caen, al igual que los frutos jóvenes, los que pueden además quedar colgados y secos en el árbol (Eades, 1996). Si la afectación se produce cuando los frutos ya están desarrollados, aparecen síntomas tales como deformaciones y presencia de fumagina, lo que constituye uno de los factores que limitan en mayor grado, la movilización y la comercialización de fruta fresca (Meyerdirk, 1998).

Meyerdirk (2000), señala que los síntomas generales, pueden variar de acuerdo al hospedante describiéndose algunos específicos para los hibiscos. Una severa infestación conlleva a la producción de grandes cantidades de miel de rocío y a la aparición de la fumagina o negrilla, la que reduce el proceso normal de la fotosíntesis de la planta (Martínez, 2007) produciendo la marchitez, y a veces hasta la muerte de la misma.

Si la variedad de planta no es un hospedante adecuado para la cochinilla solo se observarán los síntomas iniciales, como pueden ser el abarquillamiento o rizamiento de las hojas, aunque estos síntomas pueden ser similares a los que producen los áfidos, moscas blancas y saltahojas, por lo que siempre se recomienda que las muestras sean examinadas por personal especializado, de modo de confirmar la presencia de la cochinilla rosada (Martínez, 2007).

Según IICA (1998) en los países del continente americano que han sido infestados por la cochinilla rosada, sus principales impactos directos han ocurrido en las pérdidas de la producción, reducción en la superficie cultivada, pérdidas en el comercio agropecuario, incremento en los costos de producción, pérdida del atractivo estético de propiedades residenciales y comerciales (hoteles, áreas turísticas, entre otras) y costos asociados con la ejecución y mantenimiento de programas de control.

En general las pérdidas económicas han sido cuantiosas en los países afectados que no estaban preparados para responder al problema. Para la subregión del Caribe se informan pérdidas aproximadas de 138 millones de dólares, según los datos disponibles de algunos países, quedando excluidos los costos por concepto de exportaciones (Pollard, 2002).

Se necesita un plan de manejo integrado para mitigar el riesgo por la entrada de *M. hirsutus* (IICA, 2010).

1.4. Integración de métodos para el control

Según Araya (2006) al ubicarse la cochinilla en los lugares más protegidos de las plantas, estar cubierto su cuerpo por una capa de cera, así como la protección que le brindan las hormigas, constituyen factores que obstaculizan la acción de los productos químicos, además de consecuencias que podrían tener las aplicaciones químicas, al destruir la fauna benéfica, el efecto para el medio ambiente y la salud humana. En la subregión del Caribe, entre los primeros métodos de control utilizados contra esta plaga estuvo el uso de los plaguicidas químicos, pero se presentaron dificultades en la implantación y fueron inefectivos (Jacobsen y Hara, 2002; Meyerdirk, Warkeni, Attavian, Gersabeck, Francia, Adams y Francis, 2000).

Vázquez, Navarro y Blanco (2002) refieren que el método de control cultural consiste en la poda de árboles y partes afectadas de las plantas donde se encuentren grandes poblaciones de cochinilla, quemando o enterrando los residuos a una profundidad aceptable, pero este método de control también es poco efectivo y es usado solo en determinadas ocasiones (Araya, 2006).

No obstante, las medidas legales son las que ofrecen una mayor protección al mantener regiones libres de la plaga. Estas medidas son básicamente la elaboración de requisitos y la implementación de medidas cuarentenarias a material vegetal así como también el movimiento de personal desde las áreas infestadas (Vázquez *et al.*, 2002).

i. Agentes de control biológico

Castellanos, Rivero, Roselló, Jiménez, Dueñas, Rodríguez, y Acea, (2002) definen el control biológico como el uso y manejo de los medios biológicos o biorreguladores biológicos, depredadores, parásitos, parasitoides y patógenos y sus metabolitos que

ocurren naturalmente o introducidos o genéticamente modificados y otros organismos benéficos, antagonistas, competidores y alelopatas que se introducen para reducir el efecto de las plagas que afectan a las plantas útiles, a los animales y al hombre.

El interés por el empleo de alternativas biológicas para manejar los insectos plagas en los cultivos viene en ascenso en el mundo. Esto ha sido propiciado por los problemas de resistencia de los insectos a los insecticidas y la tendencia a producir alimentos libres de residuos de productos químicos, de conservar el medio ambiente libre de contaminantes y de preservar la diversidad de especies que sufren el impacto negativo de los insecticidas químicos (Vázquez, 2010).

La experiencia mundial en el combate contra la cochinilla rosada de los hibiscos, ha demostrado que la vía más efectiva, es el empleo de la lucha biológica, utilizando parasitoides y depredadores (Afifi *et al.*, 2010). Los biorreguladores de la cochinilla rosada del hibisco, están representados por diversos géneros, entre ellos el más abundante, *Anagyrus* con nueve especies; 41 depredadores, de ellos 23 Coleópteros mayoritariamente de la familia Coccinellidae, seguido del orden Neuroptera con siete representantes y un patógeno (Meyerdirk *et al.*, 2000). Dentro de la gama de depredadores reportados para el control de esta plaga, Cuba ha encaminado su trabajo a la reproducción y liberación de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant.

Cryptolaemus montrouzieri Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) es un importante depredador de *Dismicoccus brevipes* (Homoptera: Pseudococcidae). Su aplicación para el biocontrol de plagas de la cochinilla se ha considerado una herramienta muy importante debido a que otros métodos de control como el químico por ejemplo ha resultado ineficaz por la capa cerosa que recubre al insecto-plaga y debido también a sus hábitos alimenticios y de ubicación en la planta hospedante (Porcuna, Boix, y Jiménez, 2001 y Vargas Carrillo, 2009).

ii. **Biorreguladores empleados en el control biológico**

Una alternativa segura para el ambiente y preferencial al uso de los insecticidas lo constituyen las liberaciones de las avispas no nativas, de los géneros *Anagyrus*, *Gyranusoidea* y *Leptomastix*, sin efectos adversos para la salud de las personas que lo manipulan, los animales y los parasitoides de otras plagas (López, 2013). Al ser parasitoides obligados primarios y no hiperparásitos, no existe peligro alguno que especies de estos parasitoides introducidos, puedan causar daños, atacando parásitos de las plagas (Meyerdirk *et al.*, 2000).

1. ***Anagyrus kamali* Moursi**

Es en Granada, en 1995, a través de un Proyecto de Cooperación Técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), ejecutado por CABI Bioscience, que se introdujo una avispa parásita conocida como *Anagyrus kamali* Moursi, endoparásitoide obligado de *M. hirsutus* y otros enemigos naturales, como la cotorrita depredadora más ampliamente usada *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, ambos importados desde su lugar de origen, con excelentes resultados en el control (Vázquez, 1997).

Otros parasitoides han sido empleados en la región, como *Gyranusoidea indica* Shafee, Alam y Agarwal, en los territorios americanos, lo que ha significado una novedad en el enfrentamiento a plagas introducidas en la región.

A. kamali, oviposita dentro del cuerpo de una cochinilla adulta. El huevo se desarrolla dentro de su hospedante, transformándose en una larva, la cual, se alimenta del interior de la cochinilla hasta matarla. Luego de pupar, dentro del cuerpo momificado de la

cochinilla, el parásito adulto hace un orificio en uno de sus extremos y emerge (Kondo, Gullan y Ramos, 2012).

En cuanto a *A. kamali*, es reconocida su eficacia, sin embargo, este parasitoide no debe ser introducido si no está presente la plaga, ante esta disyuntiva es conveniente contar con alternativas que nos permitan desarrollar métodos de cría de las especies más promisorias presentes en el país, pertenecientes a cualquiera de los géneros anteriormente señalados, el cual constituye una de las acciones desarrolladas con la avispa *Leptomastix dactylopii* Howard (Ceballos, Martínez y Surí, 2007). Según Kondo *et al.*, (2012) *A. kamali* es un parasitoide eficiente en Puerto Rico.

2. *Leptomastix dactylopii* Howard

Leptomastix dactylopii Howard es un endoparásito secundario de numerosas especies de pseudocóccidos, aunque se plantea más efectivo sobre *Planococcus citri* Risso. Ha sido introducido en numerosos países para el control de *P. citri*. Es una especie monófaga, es decir sólo tiene un huésped satisfactorio, *P. citri*. Es nativa de Sudamérica (probablemente Brasil). Fue introducida en los Estados Unidos (California) en 1934, y más tarde se propagó por todo el mundo, llegando a regiones tan alejadas como la mediterránea (Malais y Ravensberg, 1991).

El adulto de *L. dactylopii* es grande (3 mm de longitud) si la comparamos con otras especies de la misma familia. Son de color marrón-amarillentos, siendo los machos más pequeños que las hembras. Tienen antenas pilosas, ligeramente curvadas. El resto de estados se desarrollan en el interior del cuerpo del organismo parasitado, en este caso de *P. citri*. Cloyd y Dickinson (2006) refieren que el ciclo de vida de *L. dactylopii* pasa por los estados de huevo, cuatro estadíos larvarios, pupa, y adulto.

La duración del ciclo biológico depende principalmente de la temperatura. Según Malais *et al.* (1991), a 17°C su ciclo biológico se completa en 46 días, en 15 días a 26°C y en tan sólo 12.5 días a 30°C. La longevidad de los machos es de 24 días a 26°C y unos 28 días en el caso de las hembras. La temperatura óptima para su desarrollo es de 26°C (Cloyd y Dickinson, 2006).

Bajo condiciones favorables, una hembra de *L. dactylopii* puede producir 60-100 descendientes en 10-14 días. Generalmente pone más huevos, pero algunos de ellos se pierden debido al superparasitismo (más de un huevo por puesta de los que sólo uno evoluciona) o a un desarrollo incompleto (Rothwangl, Cloyd y Wiedenmann, 2004).

La proporción de sexos es generalmente 1:1, siendo el tamaño del huésped el que determina el sexo del parásito. A menudo, un macho se desarrolla de un huésped pequeño, mientras que en los huéspedes mayores generalmente se desarrollan hembras. Las hembras no fecundadas sólo pueden producir machos.

L. dactylopii parasita principalmente larvas de tercer estadio y hembras jóvenes de *P. citri*. Antes de que una hembra deposite el huevo, con sus antenas inspecciona el cuerpo de la hembra de *P. citri*, para detectar si ya ha sido previamente parasitada por otra hembra de *Leptomastix*. Posteriormente introduce su ovipositor entre las proyecciones cerasas.

Una vez que la larva eclosiona, se alimenta de los fluidos corporales de un huésped, los cuales consume completamente. La pupación tiene lugar dentro del tegumento momificado del huésped, se hincha y endurece, originándose una momia (estriada) de color amarillo-marrón, con restos de cera en su superficie externa. La avispa parásita adulta emerge a través de un orificio redondo en el extremo posterior de la momia. Aproximadamente dos semanas después de la introducción, pueden observarse las

primeras momias en el cultivo. Estas avispas tienen una gran capacidad de vuelo, y por tanto unas posibilidades de búsqueda excelentes (Cloyd and Dickinson, 2006)

1.4.2.3. *Gyranusoidea indica* Shafee, Alam y Agarwal

G. indica ha sido descrita desde la India y ha sido introducida en Australia, Guyana, Egipto, Trinidad y varios países del Caribe (Noyes, 2012).

Se reporta por primera vez en la Isla de San Andrés, Colombia, la presencia de *Anagyrus kamali* Moursi y *Gyranusoidea indica* Shafee, Alam y Agarwal (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoides de la cochinilla rosada del hibisco (CRH), *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) (Evans, Kondo, Maya, Hoyos, Quiroz y Silva, 2012).

El más reciente ejemplo del control de la chinche harinosa rosada en Colombia ha sido el éxito con el programa de control biológico clásico señalando a *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae) como un parasitoides de esta plaga, especie originaria de Asia (Evans *et al.*, 2012) y *Gyranusoidea indica* Shafee, Alam and Agarwal (Hymenoptera: Encyrtidae).

Reddy, Muniappan, Cruz, Naz, Bamba y Tenorio (2009) reportaron en Islas Marianna a *A. kamali* Allotropa sp. nr. Mecrida (Walker) (Hymenoptera: Platygasteridae) y a *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) destacando los éxitos obtenidos en la supresión de las poblaciones de *M. hirsutus*. Según Chong (2009), la combinación de todos estos biorreguladores mantiene en bajos niveles esta agresiva plaga.

1.4.2.4. *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant.

C. montrouzieri es una especie cosmopolita. En los países del área de la Organización Europea y Mediterránea para la Protección de las Plantas, está registrado su uso como agente de control biológico desde 1985. Los países en los que se usa actualmente como agente de control biológico son: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Irlanda, Italia, Noruega, Polonia, Portugal, Reino Unido, Rusia, Suecia, Suiza y Túnez (Araya, 2006).

1.5. Origen y distribución de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant.

El depredador *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleóptera: Coccinellidae) nativo de Australia, es el enemigo natural más usado en el control de cochinillas. Fue introducido a los EE.UU. en 1891 desde Australia por Albert Koebele, para controlar la cochinilla de los cítricos *Planococcus citri* (Risso) en California. Actualmente es reportado en Nueva Zelanda, Indonesia, Hawaii, EEUU, Egipto, Filipinas, Rusia, España, África, India, Perú, Puerto Rico, Cuba y en Venezuela fue detectado en el estado Nueva Esparta en 1999 con la plaga *M. hirsutus*. En California se reportaron cuatro instares larvales para *C. montrouzieri* utilizando como presa *P. citri* (Hernández, González, Lomeli, Rodríguez y Robles, 2012).

Luego fue introducido en Cuba en 1917 por el doctor Mario Calvino, director de la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas., quien lo trajo de California con el objetivo de combatir las chinches harinosas (*Pseudococcus sp.*) de la caña de azúcar, plátano y piña, entre otros y posteriormente en la década de 1960, procedente de la Unión Soviética, para el control de pseudocócidos (Milán, Rijo y Masó, 2005).

1.5.1. Biología, morfología y ecología

C. montrouzieri es una cotorrita pequeña entre 3 a 4 mm, de color café oscuro con la cabeza color bronceado. La larva crece hasta 1,3 cm de largo y tiene sobre el cuerpo apéndices lanosos, sus patas verdaderas son apenas visibles por debajo. Las hembras adultas ponen sus huevecillos de color amarillo entre las masas algodonosas de huevecillos de las hembras del piojo harinoso, los que eclosionan en aproximadamente 5 días a 27°C. Los tres estados larvarios duran de 12 a 17 días alimentándose de huevecillos de piojos harinosos, incluyendo los caminantes jóvenes y de la mielecilla producida por el piojo. Los adultos emergen de 7 a 10 días y viven hasta por cuatro meses. Cuatro días después de la emergencia las hembras adultas comienzan a poner huevecillos, pudiendo llegar a poner hasta 500 en su vida reproductiva (Milán *et al.*, 2005).

El ciclo de vida de *C. montrouzieri* pasa por los estados de huevo, cuatro estadios larvarios, pupa, y adulto. La duración del desarrollo embrionario depende mucho de la temperatura, así cuanto más alta es la temperatura más corto es éste. En estas condiciones este desarrollo es de 8-9 días a 21°C y de 5-6 días a 27°C, mientras que el desarrollo larvario dura 32 días a 24°C y se completa en 25 días a 30°. El ciclo completo puede variar entre 4 y 7 semanas (Hernández, 2011).

La longevidad de la hembra es de aproximadamente 50 días, y es capaz de poner unos 400 huevos, a una temperatura de 25°C. El número total de huevos puestos depende mucho de la dieta de la hembra; la escasez de alimento reduce la población. Los machos alcanzan su madurez sexual a los 5 días. La proporción de sexos en las poblaciones de *C. montrouzieri* es aproximadamente de 1:1 (Bolaños, 2001).

Las condiciones óptimas para su desarrollo se dan a una temperatura de 22-25°C y una humedad relativa del 70-80%. El comportamiento de búsqueda cesa a temperaturas

superiores a 33°C, y están relativamente inactivas por debajo de 16°C. Por debajo de 9°C no muestran actividad en absoluto (Malais y Ravensberg *et al.*, 1991). Las pupas se pueden observar en lugares protegidos, como en tallos, envés de las hojas, o en materiales del invernadero.

El adulto de *C. montrouzieri* presenta un cuerpo de color negro brillante exceptuando la cabeza. El abdomen tiene seis segmentos visibles y el extremo posterior de los élitros que presentan una coloración marrón anaranjada, con la convección característica de los coccinélidos (BIOPLANET, 2001; Bolaños, 2001).

Aunque no se han encontrado datos sobre cuales serían los tamaños ideales para *C. montrouzieri* en producciones masivas, BIOPLANET (2001) señala que en estudios sobre *Drosophila melanogaster* se ha encontrado una relación entre el tamaño de la hembra y su capacidad de postura, ya que las hembras de mayor tamaño producen más huevos que las hembras de tamaños más pequeños.

Los huevos adquieren un aspecto céreo al madurar y las larvas pueden alcanzar hasta 13-14 mm de longitud. Su cuerpo está cubierto de proyecciones céreas (especialmente en las larvas jóvenes) que las hacen parecidas a sus presas (Bolaños, 2011).

1.5.2. Clasificación taxonómica

Zarazaga (2001) define la ubicación sistemática de *Cryptolaemus montrouzieri* como sigue:

Clase: Insecta

Orden Coleóptera

Familia: Coccinellidae (Latreille, 1807)

Subfamilia: Scymninae (Mulsant, 1846)

Tribu: Scymnini (Mulsant, 1846)

Género: *Cryptolaemus* (Mulsant, 1853)

Cryptolaemus montrouzieri Mulsant, 1853

1.5.3. Parámetros reproductivos de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant

1.5.3.1. Proporción de sexo

Machos y hembras son muy similares no siendo diferenciables a simple vista (Llorens, 1990). El hecho que *C. montrouzieri* no presente dimorfismo sexual aparente, hace que para estudiar la proporción de sexos sea necesario disectar a los individuos para determinar su genitalia, siendo el macho fácilmente reconocible por la presencia del aedeagus (Valdebenito, 1985).

Por su parte Milán, Rijo, Massó, Acosta, Cueto, Sandoval, López, Hernández, Rodríguez, Botta, Carmenate, Rodríguez, Torres, Larrinaga, Martínez, González, Alemán, Rodríguez, Peña, Caballero, Concepción, Corona, de Armas, Díaz, Esson, Gómez, Gómez, O'Reilly, Granda, Ordaz, Pineda, Ramos, Reyes, Rosales, Bienvenido Cruz y De Viñedo, (2004) en su estudio de los parámetros de calidad determinaron que la relación de sexos fue favorable a las hembras, excepto durante la cuarta generación que se desplazó ligeramente hacia los machos. Estas oscilaciones se consideraron aceptables para las crías masivas de artrópodos que se reproducen por vía sexual, donde es deseable un ligero incremento del número de hembras con vistas a obtener mayor cantidad de descendientes y teniendo en cuenta además que en esta especie una hembra puede copular con 3-4 machos, lo que ayuda a mantener una población genéticamente diversificada.

Por otro lado, Llorens (1990) indica que con observaciones más agudas, machos y hembras pueden diferenciarse por la curvatura de la parte terminal del abdomen y por la coloración de la parte terminal del primer par de patas. Kaufmann (1996) agrega que el dimorfismo sexual es leve y que la diferencia es que las piernas del protórax son de color naranja para los machos y negras para las hembras. Además señala que los adultos, tanto hembras como machos, son inmaduros sexualmente y que la razón del sexo difiere según la época del año, pero que en general varía de un 64% para los machos y un 36% para las hembras. Para Malais y Ravensberg (1991), la proporción de sexos en *C. montrouzieri* es aproximadamente 1:1, siendo los machos maduros sexualmente cuando tienen 5 días. Y de un total de 130 adultos la proporción de sexos para las hembras y machos fue de 48,5% y 51,5% respectivamente.

Milán *et al.*, (2004) en los análisis por sexos se determinaron que en todos los casos analizados, la hembra tuvo un mayor tamaño que el macho. Los indicadores de calidad revelaron que la relación de sexos fue favorable a las hembras, cuya talla se incrementó desde 4,1 hasta 4,5 mm durante las primeras generaciones, descendiendo posteriormente hasta 3,1 mm en la octava generación. Posterior a un cruzamiento realizado con una población del INISAV, se logró una tendencia a la estabilización entre 3,6 y 3,7 mm y no hubo deformaciones en los adultos.

1.5.3.2. Oviposición

El momento en que las hembras comienzan su período fértil y la ovipostura en forma activa, varía. Las hembras de *C. montrouzieri*, alimentadas con todos los estadios de la presa comienzan a oviponer luego de uno a ocho días desde el primer apareo. Además depositan sus huevos en el transcurso de dos a tres días y Bolaños (2001) indica que la postura comienza cuatro días luego de la emergencia.

Malais y Ravensberg (1991) indican que las hembras copulan poco después de emerger, y comienzan a poner huevos unos cinco días después. El número de huevos es variable y depende fundamentalmente del régimen de temperatura, la época en que son depositados y la alimentación a que el insecto está sometido, siendo la escasez de alimento un motivo para que la producción de huevos se vea reducida.

Los huevos son ubicados de a uno o en grupos de a dos hasta diez entre las masas algodonosas de huevos de *Pseudococcus*. Al estar los huevos de *C. montrouzieri* entre éstas masas, las larvas no encuentran limitaciones para su alimentación y el depredador tiene un mejor control sobre la plaga. Un mínimo y máximo de huevos ovipuestos, siendo 224 y 531 los valores respectivos. BOLAÑOS (2001) ha estimado que durante toda su vida las hembras de *C. montrouzieri* pueden llegar a oviponer un total de 400 huevos.

Estudios indican que las hembras de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant pasan entre un 71 a un 90% de sus vidas oviponiendo. Las hembras ponen huevos entre 15 y 20% de sus días de vida (Van lenteren, 2003).

1.5.3.3. Eclosión de huevos

La eclosión ocurre dentro de las masas de huevos de *Pseudococcus*, asegurando así, alimento y protección. Según los resultados de Valdebenito (1985), el porcentaje de larvas eclosadas medido con 302 huevos fue de 44%, registrándose un 91,3% de las eclosiones a los seis días, mientras que solamente el 2,2% de las larvas eclosaron a los siete días de incubación.

El período de incubación está regido en forma importante por la temperatura. La eclosión de los huevos se verifica a los cinco días a una temperatura de 26,6°C, entre

cinco y seis días a 27°C, seis a siete días a 20-23°C y entre ocho y nueve días a 21°C (Bolaños, 2001; Kaufmann, 1996; Malais y Ravensberg, 1991).

Yudelevich (1950) indica que el período de incubación de los huevos está regido, además de la temperatura, alimentación y época en que son depositados, por factores ambientales, ya que esta especie tiene una notoria sensibilidad a las condiciones climáticas, especialmente humedad y temperatura. Este autor señala que en circunstancias favorables, la eclosión se verifica entre los seis y ocho días, pudiéndose prolongar hasta el límite de no producirse si las condiciones son adversas.

No sólo las condiciones climáticas limitan o controlan el porcentaje de eclosión, ya que el huevo es otro estado vulnerable del insecto y la mortalidad durante el período de incubación es muy alta, interviniendo factores físico-mecánicos, excesos de frío o calor, canibalismo, etc., que hacen que el porcentaje de larvas eclosadas sea muy bajo, no superando el 50%, encontrándose los mayores porcentajes en los meses de diciembre y febrero (Valdebenito, 1985).

En el caso de las larvas, Yudelevich (1950) señala que cuando escasea el alimento el canibalismo es corriente entre ellas, devoran huevos y larvas más pequeñas de su misma especie.

1.5.3.4. Porcentaje de mortalidad de pupas y sobrevivencia de adultos

1.5.3.4.1. Emergencia de adultos

Las larvas de último estadio comienzan a fijarse masivamente en lugares protegidos como pliegues del papel o en sitios menos expuestos de los zapallos en los que se han criado los *Pseudococcus*. Es el estado vulnerable del insecto con un elevado porcentaje

de mortalidad en el campo, ocurrida por accidentes físico-mecánicos, enemigos naturales o malas condiciones climáticas (Valdebenito, 1985).

La pupa de *C. montrouzieri* presenta un color amarillo brillante, que generalmente está oculto por restos de filamentos algodonosos, debido a que la pupación tiene lugar dentro de las lanosidades que cubren la larva. Algunas de estas lanosidades se desprenden para dejar descubierta la parte posterior (Valdebenito, 1985). El mismo autor señala que los adultos recién emergidos son de color amarillo pálido con la cabeza más oscura. Al cabo de unas cuantas horas, se van oscureciendo para tomar su color característico; color negro excepto la cabeza, abdomen y la punta del élitro posterior que son rojo anaranjado.

Del estudio realizado por Valdebenito (1985), se obtuvo que de un total de 1500 pupas observadas, el 91,5 % emerge como adulto, existiendo un 8,3 % de canibalismo entre pupas y adultos.

1.5.3.4.2. Supervivencia de adultos

Según diversos autores, la duración del ciclo de vida de *C. montrouzieri* presenta un amplio rango de valores, fluctuando entre un promedio de vida mínimo de 20 a 25 días, prolongándose de dos a tres meses en condiciones de cautiverio hasta un máximo de cuatro meses (Bolaños, 2001).

En tanto mejor son las condiciones de temperatura y alimentación menor es el tiempo de vida y, en condiciones muy propicias, viven menos de dos meses. Algunos han vivido alrededor de tres meses en invierno y principios de primavera (Ghulam, Salangi, Karamaouna, Kontodemas, Milonas, Khan, Hussain y Mahmood, 2012).

1.5.4. Control de calidad para los enemigos naturales

El desafío más común para criar agentes de control biológico es reducir al mínimo los costos de la producción y aplicación. El procedimiento del control de calidad puede ser usado para optimizar las operaciones de crianza, minimizar el deterioro de los controladores durante el traslado y liberación y maximizar su eficiencia en el campo. El objetivo es usar pocos controladores, que sean económicos y que controlen la población plaga. Es necesario fijar periódicamente el umbral máximo de la plaga. Se debe monitorear a los enemigos naturales para determinar su comportamiento y detectar mutaciones genéticas, se debe cumplir el control en la producción (nombrar un personal para todas las operaciones de crianza, materiales, equipamiento, horarios, condiciones externas, etc.), se debe establecer procesos de control (tomar muestras de estadios inmaduros de los insectos benéficos para predecir calidad y determinar la eficiencia de los nacimientos), realizar controles sencillos en la crianza y determinar puntos críticos en el campo, dimensionar la capacidad del campo y proporcionar una retroalimentación para una óptima producción y aplicación (Leppla, 2003).

Los tres principales elementos interrelacionados del control de calidad son la producción, el proceso y el control del producto. El control de la producción maneja la consistencia, seguridad y momento de la salida de la producción. El control del proceso asegura que no existan errores inaceptables en el proceso de producción. También regula la conformidad del producto a estándares aceptables de calidad y, en esencia, predice la efectividad del producto en su buen comportamiento en terreno. El control del proceso se recomienda, incluso, en la ausencia de producción estable, aunque el diagnóstico y corrección de un problema sean más difíciles. Finalmente, el control del producto que tiene un seguimiento de la calidad del producto final (Fernández-Larrea, 2002).

En publicaciones posteriores, Leppla (2003) indica que el control de calidad en la crianza masiva de enemigos naturales está compuesto de otros elementos generales: manejo, investigación, desarrollo de métodos, utilización de los elementos y control de calidad como tal. Coordinando a través de la interdependencia y retroalimentación de estos elementos del sistema se podrá proporcionar manejos adecuados como un medio para eliminar costos innecesarios y rescatar la eficiencia de los enemigos naturales. Además agrega Leppla (2002), que el éxito de una cría masiva de artrópodos esta estrechamente relacionado con el monitoreo constante de su calidad.

1.5.5. Acción depredadora

Todos los estadios de *C. montrouzieri* son depredadores de cochinillas. Las mariquitas adultas y las larvas jóvenes prefieren los huevos, mientras que las larvas de los últimos estadios no son tan selectivas (Hernández, 2011). Dada su capacidad de vuelo, los adultos pueden cubrir una extensa área en búsqueda de presas. Una vez que capturan la presa, la devoran completamente. Devora completamente a las cochinillas, pudiendo consumir, a 21°C, hasta 250 larvas de primer estadio durante su ciclo de vida (Rosas, de Luna y Villegas, 2009).

Es un depredador muy polífago, pudiendo comer en ocasiones otros artrópodos de cuerpo blando, y llegando incluso al canibalismo. Las hembras de este entomófago tienen una mayor capacidad de depredación que los machos (Hernández, 2011).

Se ha informado que *C. montrouzieri* depreda un promedio de 881,30 huevos, 259 ninfas o 27,55 hembras o 3330,6 huevos de *P. citri*, a su vez una larva puede consumir durante su desarrollo de 900 a 15000 huevos de la chinche harinosa del hibiscus o 300 ninfas o 30 adultos como promedio (Mani, 1988).

1.5.6. Tecnologías de reproducción rústicas

La reproducción de artrópodos benéficos con métodos rústicos en condiciones de campo es una práctica poco utilizada por los agricultores. Sin embargo, el rápido crecimiento de las comunidades ha hecho que el hombre explote cada vez más, mayores extensiones de tierra para asegurar la alimentación de la comunidad para lo cual se han enfrentado a los serios problemas de la aparición de agentes dañinos que en muchos casos han provocado pérdidas totales o parciales de sus cosechas (González, Zayas, Sotomayor, Cruz y Croche, 2003).

Esto ha obligado a la mayoría de los agricultores a desarrollar una conciencia de aprender a utilizar los recursos que la naturaleza les brinda, para obtener productos sanos, sin residuos tóxicos para el ser humano, a manejar los recursos de su comunidad bajo los principios ecológicos, donde conviven diferentes especies de insectos y donde además se imitan los mecanismos de equilibrio y estabilidad de la naturaleza (Avilés, González, Martínez, Ramos y Sotomayor, 2003; Fernández y Salazar, 2003).

En Cuba actualmente los sistemas de producción cuentan con una estructura que está presente en todos los poblados y ciudades de forma tal que pueda lograr una producción de alimentos y fibras de calidad y en cantidades suficientes de una manera rentable, socialmente aceptable y sostenible en el tiempo, pero con un respeto máximo con el medio ambiente (Milán y Cueto, 2011). Las crías rústicas constituyen insectarios que se realizan bajo condiciones de campo para coleccionar y multiplicar poblaciones de entomófagos que habitan en la finca y que se requiere incrementar o inocular en sitios donde no están presentes (Vázquez, Matienzo, Veitia y Alfeno, 2008).

En Cuba existen resultados que avalan las ventajas de realizar crías de entomófagos en jaulas rústicas, lo cual se ha adoptado en huertos y organopónicos de la agricultura

urbana de casi todo el país, tal es el caso de los resultados obtenidos por Milán *et al.*, (2005), que durante los años 2002 al 2004, mediante cursos y talleres de capacitación a agricultores lograron generalizar un método de cría rústica de coccinélidos mediante lo cual se confeccionaron insectarios en casi todas las unidades de producción vinculadas a la agricultura urbana en el país. Las ventajas de este método de conservación de enemigos naturales es que el agricultor conserva y aumenta los entomófagos que habitan en su finca, con recursos fáciles de adquirir, en jaulas que confecciona el mismo.

1.5.7. Tecnología de reproducción artesanal

Otra forma de reproducción para el hospedante se realizó utilizando calabazas (*Cucurbita máxima L.*) de un tamaño mediano y de un peso entre 1 a 1,5 Kg aproximadamente. Las calabazas seleccionadas como material de reproducción del hospedante no fueron tratadas químicamente con insecticidas a base de Imidacproprid como ingrediente activo, no presentaban golpes o heridas para que no afectaran el normal desarrollo de las colonias de *D. brevipes* y mantuvieron frescas dentro de las jaulas *flanders* y fueron inoculadas con colonias de individuos de *D. brevipes* (aproximadamente 4 focos del hospedante /calabaza). Antes de colocar las calabazas en las jaulas tipos *flanders* fueron lavadas con agua de chorro y seguidamente asperjadas con una solución de hipoclorito de sodio al 3% para luego dejarlas secar sobre papel absorbente. Con la ayuda de un pincel se colocó la solución de hipoclorito al 3% sobre el corte del pecíolo (Moreira y Villalba, 2010).

Por la alta incidencia del hospedante *D. brevipes* en frutos de piña, Moreira y Villalba, (2010) determinaron que *Ananas comosus L.* podría ser una planta importante para el establecimiento del pie de cría bajo las condiciones de laboratorio con temperaturas de 28°C y humedad relativas del 55%. Este mismo autor reporta que la desinfección con el jabón potásico no tuvo un efecto secundario sobre las colonias establecidas de *D. brevipes*, pero si vio las colonias afectadas con el uso de insecticidas organofosforados.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

El trabajo se realizó en el área de Entomófagos del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal en Cienfuegos durante el periodo de Mayo 2013 hasta Mayo 2015, utilizando como base la metodología de reproducción del biorregulador *C. montrouzieri* (Milán *et al.*,1999). El trabajo se dividió en dos etapas, una correspondiente a la fase de reproducción del hospedante *Pseudococcus elisae* Borchesenius y del biorregulador *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant y la segunda a la determinación de los parámetros de calidad del biorregulador en condiciones de laboratorio.

Diseño experimental

Mediante un diseño experimental completamente aleatorizado se emplearon 50 lotes de producción, colectando 100 insectos por cada uno, los que se trasladaron a placas petri de 145 x 20 mm, inmovilizando los insectos con tetracloruro de carbono para favorecer la manipulación, posteriormente se realizaron las mediciones y los análisis correspondientes. Se anotaron los datos y se calcularon los resultados.

Variables conceptuales

1. Lote de producción: Se refiere a la cantidad de individuos producidos en un periodo de tiempo relativamente corto, generalmente está alrededor de 5 a 6 días.

2. Indicadores de calidad

Los parámetros morfométricos evaluados fueron:

Días para emerger y días emergiendo

Longitud dorsal

Ancho dorsal

Los parámetros fisiológicos evaluados fueron:

Proporción de sexo

Porcentaje de individuos deformados

Longevidad

Productividad

2.1. Adecuación de la tecnología de reproducción artesanal de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant en las condiciones del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal Cienfuegos.

La tecnología de reproducción de *C. montrouzieri* sobre *P. elisae* fue transferida por parte del INISAV al Laboratorio Provincial Sanidad Vegetal Cienfuegos en el año 2000. A partir de ese momento se trabajó en el establecimiento de la cría del hospedante *P. elisae*, y posteriormente con el biorregulador según describe en la metodología (Milán, Rijo y Concepción, 1999).

2.1.1 Cría del hospedante *P. elisae*.

Se colectaron y trasladaron al laboratorio, frutos de calabaza lisa, verde y joven de calibre pequeño, que se lavaron con abundante agua corriente, cepillando para eliminar todas las suciedades, posteriormente fueron desinfectados con una solución de cloro al 5 %, o alcohol al 70 % según existencia colocándose en bandejas metálicas para escurrirlas en lugar ventilado y luego se trasladaron al cuarto climatizado. Se le colocó parafina derretida en el extremo del pedúnculo y en las partes expuestas como orificios y grietas que aparecían en la superficie del fruto, para evitar pudriciones, procediendo de esta manera a su infestación con colonias del hospedante *P. elisae*,

específicamente con hembras maduras y ovisacos, los que se desprenden suavemente con una aguja enmangada y pincel humedecido en agua destilada respectivamente para facilitar esta operación y evitar que se dañen.

Los estantes donde se colocaron las calabazas se desinfectaron previamente con cloro al 5% y se identificaron mediante una tarjeta con la fecha de infestación manteniéndose en el local de cría por espacio de 45 días, en condiciones de oscuridad a ± 24 °C.

2.1.2 Cría del biorregulador *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant.

Una vez logrado el desarrollo del hospedante sobre calabaza (sustrato) se procedió al traslado de la misma al cuarto de cría del depredador *C. montrouzieri* colocándose en bandejas plásticas dentro de jaulas simples con marco de alambre de acero cubiertas con forro de malla antiáfidos, donde se incorporó el pie de cría del biorregulador para su alimentación y reproducción en los ovisacos del hospedante. Cuando comenzaron a emerger los adultos una parte del lote se destinó para pie de cría y evaluación de los parámetros de calidad y el otro para ser liberado en campo.

2.2. Propuesta de los parámetros de calidad de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant en condiciones de Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal Cienfuegos.

Días para emerger y Días emergiendo

Entre los aspectos que se evaluaron en el desarrollo del biorregulador estuvo la duración del tiempo en días que se demoró el lote en comenzar a emerger (abarcó el periodo desde huevo hasta el nacimiento de los primeros adultos), así como el tiempo en que estuvo emergiendo el lote.

En la medida en que ocurrió la emergencia se colectaron 100 individuos en fase adulta por lote determinándose los controles de calidad para lo que se utilizaron las fórmulas descritas por Abreu, Milán, Massó, Rijo, Caballero, Marín, Martínez, Armas, Peña, Álvarez y Fuentes (2010) en cuanto a:

Proporción de sexos

Se determinó el sexo a través del color del primer par de patas, utilizando el método propuesto por Llorens (1990). Teniendo en cuenta que las hembras tienen los tres pares de patas de color negro, mientras que los machos tienen el primer par de patas de color carmelita claro y el resto de color negro.

Se cuantificó el número de hembras y machos. Calculándose el índice sexual mediante la siguiente fórmula:

$$IS = H / M$$

Donde:

IS=Índice sexual

H=hembras

M=machos

Porcentaje de individuos deformados

Se cuantificaron los individuos por sexo que presentaron anomalías en su fase adulta en cada lote. Se asumió como adultos deformes aquellos que presentaron cualquier tipo de anomalía en su desarrollo brindando mayor atención a la atrofia en el aparato bucal

y genital lo cual es un signo del estado de salud genética de la población en desarrollo según Milán *et al* (2004). Para lo que se aplicó la fórmula

$$ID = Id / To \times 100$$

Donde:

Id=Individuos deformados

To=Total individuos observados

Longitud dorsal

Se calculó la longitud dorsal en mm por sexo midiendo desde el extremo anterior de la cabeza hasta el extremo posterior del abdomen, empleando para su observación el microscopio estereoscopio con ocular micrométrico. Aplicando la fórmula

$$LP = \sum TM / Tim$$

Donde:

Lp= Longitud dorsal

$\sum TM$ =Sumatoria del total de mediciones

Tim=Total de individuos medidos

Ancho dorsal

Utilizando los mismos individuos se calculó el ancho dorsal por sexo midiendo de un extremo al otro en mm, empleando para su observación el microscopio estereoscopio con ocular micrométrico

$$AP = \sum TM / Tim$$

Donde:

Ap= Ancho dorsal

$\sum TM$ =Sumatoria del total de mediciones

Tim=Total de individuos medidos

Longevidad

De los lotes evaluados se colectaron 20 individuos recién emergidos colocándose en placas petri cuantificándose diaria e individualmente los que se mantuvieron vivos, para el cálculo se empleó la siguiente fórmula:

$$Lg = \sum dm / Tie$$

Donde:

Lg = Longevidad

$\sum dm$ = Sumatoria de los individuos muertos por días.

Tie = Total de individuos evaluados

Productividad

Una vez concluido el proceso de emergencia se cuantificó el total de descendencia obtenida por cada hembra y se aplicó la fórmula:

$$Pd = Do / Th$$

Donde:

Pd=Productividad

Do=Descendencia obtenida

Th = Total de hembras del lote

Análisis estadístico

Para el proceso estadístico de las variables biológicas del depredador en cuanto a días para emerger, días en emergencia, proporción de sexo, porcentaje de deformados, longitud de la hembra y el macho, longevidad y productividad, se utilizó el método de estadística descriptiva estimándose las medias, la desviación típica, los valores máximos y mínimos mediante el paquete estadístico SPSS para Windows versión 15. Los valores expresados en porcentaje se transformaron en $2 \arcsin \sqrt{p + 1}$ (Lerch, 1977).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Adecuación de la tecnología de reproducción artesanal de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant en las condiciones del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal Cienfuegos.

3.1.1 Cría del hospedante *P. elisae*

La cría del hospedante *P. elisae* según metodología de Milán *et al.*, (1999) se realiza preferentemente sobre un sustrato a base de papa gelada, este método encarece las producciones dificultando su empleo, al necesitar un producto de alta demanda para el consumo de la población, con un período de cultivo limitado y exigente a una alta tecnología, siendo necesario un proceso de gelado de hasta 30 días para su realizar la infestación con el hospedante lo que alarga el proceso y favorece la aparición de agentes contaminantes limitando su vida útil.

Asimismo se requiere de otros recursos como portapapas, gaveteros, por lo que se hace necesario la adquisición de recursos y por lo tanto una mayor inversión (Figura 1).



Figura 1. Reproducción de *P. elisae* sobre papa

Un método alternativo en la metodología descrita por Milán, Rijo, Massó, Acosta, Cueto, Sandoval, López, Hernández, Rodríguez, Botta, Carmenate, Rodríguez, Torres, Larrinaga, Martínez, González, Alemán, Rodríguez, Peña, Caballero, Concepción, Corona, de Armas, Díaz, Esson, Gómez, O'Reilly, Granda, Ordaz, Pineda, Ramos, Leonel, Rosales, Cruz y De Liñedo (2004) sugiere el empleo de calabaza cuero de sapo por tener hendiduras y servir de soporte a la cría del biorregulador siendo este recurso en la condiciones de provincia de difícil adquisición pues no se encuentra frecuentemente esta variedad en las áreas de producción.

Por su parte la propuesta de adecuación en este estudio, al no contar con dichos sustratos, consistió en el empleo de la calabaza lisa verde, joven y de pequeño tamaño colocada en estantes de hierro aislados del piso, sobre bandejas metálicas en cuarto de cría con climatización (24 °C) y condiciones de oscuridad. Estas características de la calabaza facilitaron su manipulación, y duración, lo cual permite que puedan desarrollar dos o tres generaciones de chinches antes que se maduren o deterioren, así como el método favoreció su colocación en las bandejas (Figura 2).



Figura 2. Reproducción de *P. elisae* sobre calabaza

Otra de las bondades de esta alternativa está en el empleo de un recurso de fácil obtención en las áreas de cultivos en el territorio de la provincia y que puede ser cultivado en cualquier época del año sin un alto costo de producción; por otra parte puede ser empleado inmediatamente que se colecta en campo lo que favorece el retraso de las contaminaciones posibilitando que el hospedante complete todo su ciclo.

Además, este sustrato tuvo mayor área para la infestación y por ende pudo lograr más población del hospedante y el biorregulador de esta manera obtuvo mayor superficie para alimentarse. Al respecto Milán *et al.*, (2004) plantean que es de gran interés tener hospederos que logren una gran infestación para obtener una mayor reproductividad del coccinélido. Por otra parte al emplear como sustrato calabaza verde que resulta más duradera esta puede ser reutilizada en otro proceso productivo lo que favoreció la disminución de los costos del mismo.

3.1.2 Cría del biorregulador *C. montrouzieri*.

Según se describe en la metodología de Milán *et al.*, (1999) la cría del biorregulador *C. montrouzieri* debe realizarse en cajas plásticas de acrílico donde se coloca el sustrato ya infestado para su desarrollo, cuando el biorregulador llega a la fase de prepupa o pupa se retira del sustrato y se coloca en envases habilitados con una manga para facilitar la manipulación, esta técnica además de demandar recursos con los que no se cuentan en la provincia origina mayor manipulación del biorregulador lo que puede ocasionarles daños y contaminaciones al mismo.

En el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal Cienfuegos se adaptó esta técnica al empleo de bandejas plásticas existentes en el centro, donde se colocó el sustrato infestado dentro de una jaula con estructura metálica y malla antiáfidos, siendo esta más ventilada e higiénica además de que se dispone de estos recursos en las áreas de crías. Otro beneficio que reporta esta adecuación para el biorregulador es que puede completar todo su ciclo dentro de la misma jaula y por ende se disminuye el gasto en otros materiales (Figura 3).



Figura 3. Reproducción del biorregulador *C. montrouzieri*

3.2. Propuesta de los parámetros de calidad de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant en condiciones de Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal Cienfuegos.

Días para emerger del biorregulador *C. montrouzieri*

Los valores en días que demoró el biorregulador *C. montrouzieri* en las condiciones del Laboratorio para comenzar a emerger (Figura 4) se mantuvieron en un rango entre 35 y 40 días con un valor medio de 37 días, detectándose el 20 % de los lotes por debajo del valor mínimo y por encima del máximo un 14 %. De este análisis se desprende que en total el 66% de los lotes analizados estuvieron dentro del rango.

Se pudo observar en este análisis que en los lotes que emergieron antes de los 35 días, la mayor parte de sus larvas fijaron más temprano (pasaron a fase pupal sin alcanzar su último estadio larval), por lo que no llegaron a consumir todo el alimento necesario y por tanto no alcanzaron su óptimo desarrollo, lo que resultó que emergieran individuos más pequeños, teniendo en cuenta que estas primeras emergencias son a favor de las hembras esto comprometería la productividad de la descendencia.

Estos resultados son similares de los obtenidos por Milán *et al.*, (2004) quienes refieren haber obtenido un ciclo biológico desde el huevo a la emergencia del adulto de 40-45 días como promedio. Por su parte Godoy y López, (2003) plantearon que la evolución de *C. montrouzieri* desde el estado de huevo hasta adulto duró alrededor de 30 días, en sentido general es valido destacar que este parámetro es sumamente variable y esta estrictamente sujeto a las alteraciones ambientales .

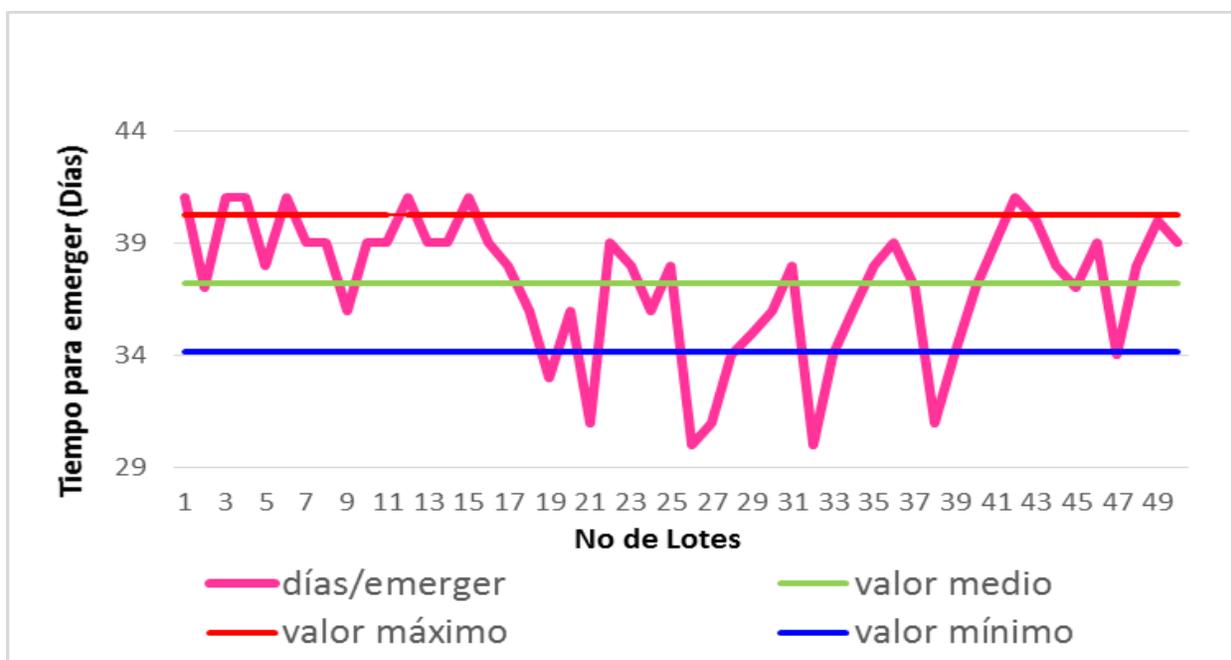


Figura 4. Tiempo en días para emerger del biorregulador *C. montrouzieri*

Tiempo en días emergiendo

Al analizar los valores obtenidos en cuanto a los días que demora el biorregulador *C. montrouzieri* emergiendo (Figura 5) se pudo comprobar que en la mayor cantidad de lotes los valores oscilaron entre 4 y 7 días con una media de 5 días, rango que representan los valores medios más menos la desviación típica que se obtuvo en el análisis de esta variable. Por debajo del límite mínimo se obtuvo el 16 % de los lotes, y por encima fue el 12 %, mientras que el 72 % de los lotes estuvo dentro del rango.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con lo señalado por Godoy y López (2003) quienes indican que con temperaturas de 27°C la eclosión ocurre entre los 5-6 días, lo que permite una crianza masiva más eficiente de este coccinélido.

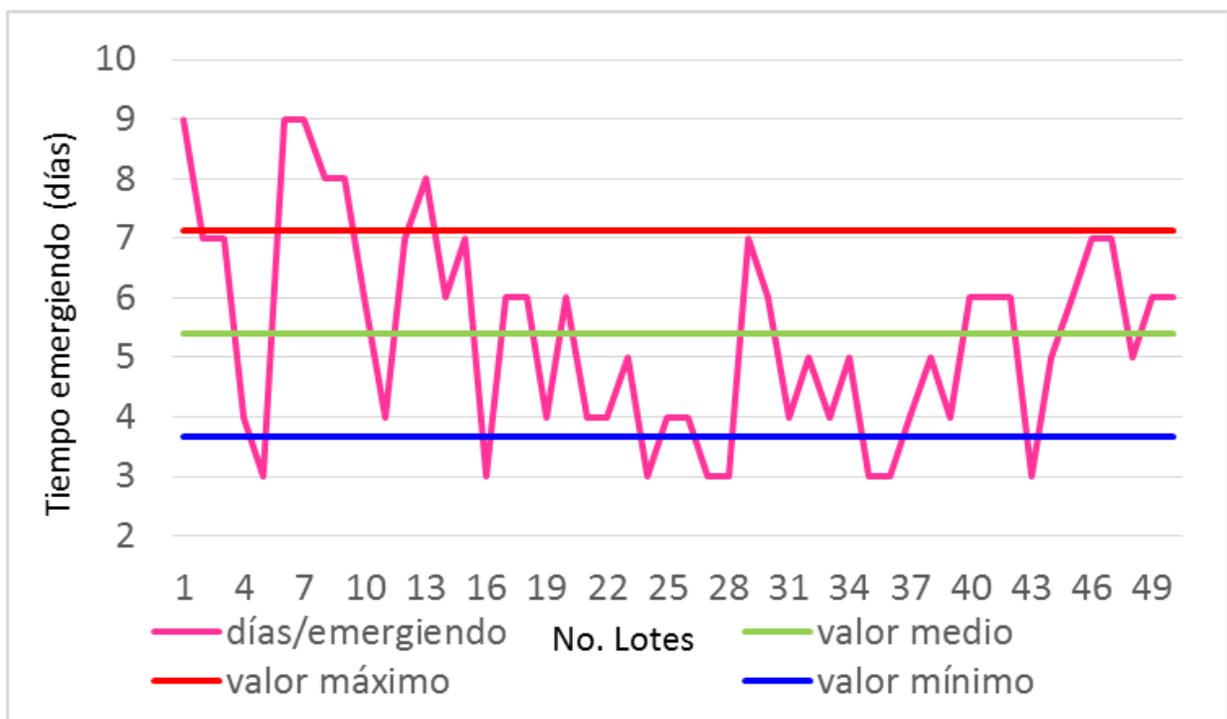


Figura 5. Tiempo en días emergiendo del biorregulador *C. montrouzieri*

Proporción de sexo

La proporción de sexo es otro parámetro de calidad evaluado en este estudio el cual reflejó según el análisis estadístico que sus rangos de valores oscilaron entre 1,2 y 0,88 hembras por cada macho obtenido, por su parte la media fue de 1,04.

Según los resultados obtenidos se pudo apreciar que el 4% de los lotes estuvo por debajo del límite mínimo mientras que por encima fue del 10 %, por tanto el 86 % de los lotes de producción se mantuvieron en el rango, lo que brinda una estabilidad en los valores obtenidos con una tendencia a la prevalencia de una relación de 1:1, aspecto favorable para mantener la continuidad en el proceso reproductivo, ya que la tecnología de reproducción exige la utilización de ambos sexos lo cual es beneficioso desde el punto de vista práctico (Figura 6). Los resultados alcanzados en este estudio coinciden con los obtenidos por Granda, Alemán, Mur y Echemendía, (2008) y Godoy y López, (2003) quienes refieren haber logrado proporciones de sexo de 1: 1

Es necesario resaltar que de acuerdo a lo observado en este estudio la proporción de sexo fue a favor de las hembras durante los primeros días de emergencia para posteriormente ir disminuyendo a favor del macho, coincidiendo este aspecto con Milán *et al.*, (2004) quienes refieren en su investigación que la relación de sexos fue favorable a las hembras y luego se desplazó ligeramente hacia los machos.

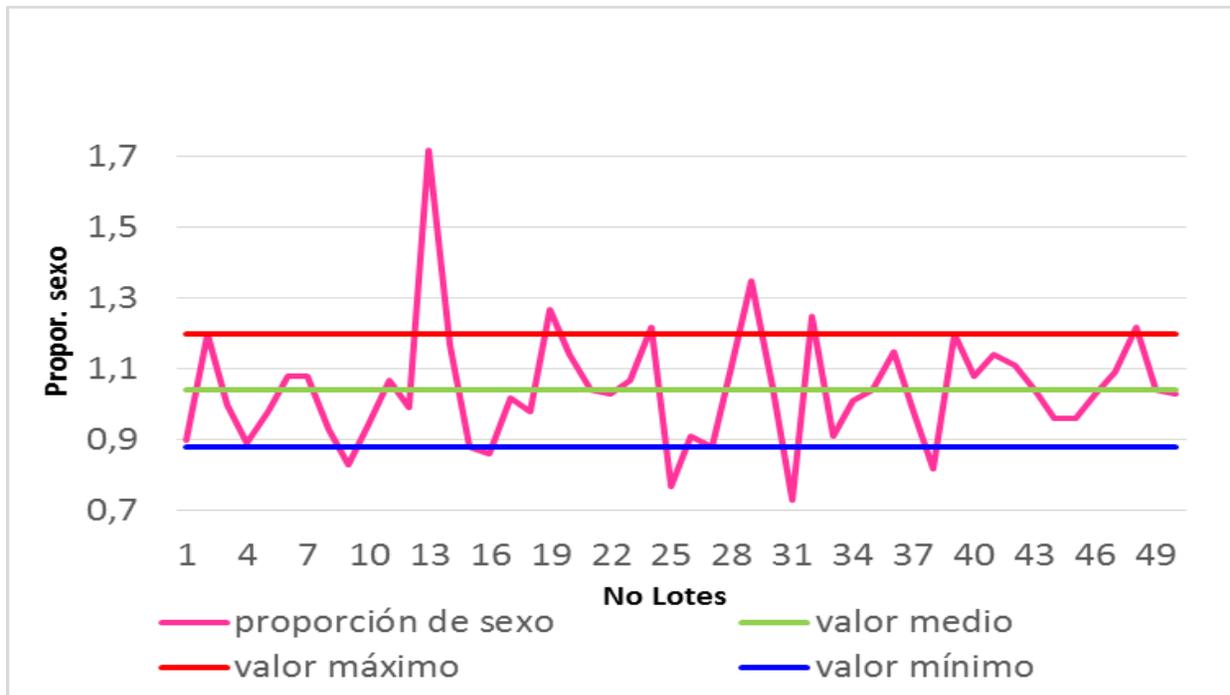


Figura 6. Proporción de sexo del biorregulador *C. montrouzeri*

Longitud de la hembra

De acuerdo al resultado obtenido en cuanto a la longitud de la hembra (Figura 7) puede apreciarse que en las condiciones del laboratorio este parámetro alcanzó valores medios más menos la desviación típica entre 4,63 y 5,51 y la media fue de 5,07 milímetros, los valores por debajo de límite inferior representaron el 14 % mientras que el 10 % estuvo por encima del valor máximo.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Godoy y López (2003) quienes señalan que los valores extremos para hembras oscilan entre 4,0 – 5,7 mm con una media de 5,0 mm. Por su parte Milán *et al.*, (2004) en estudios realizados con el material procedente de Trinidad y Tobago, así como la primera generación en Cuba lograron una talla promedio de los imagos entre 3 - 6 mm de longitud, medidas que se corresponden con lo planteado en la literatura para la especie.

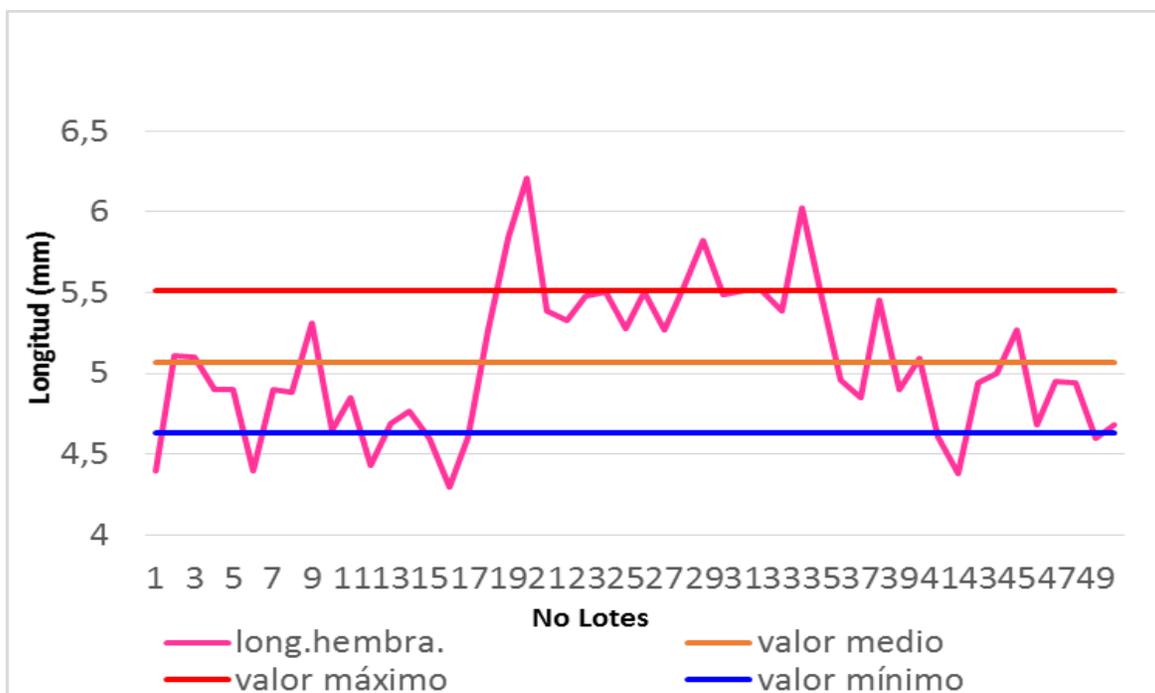


Figura 7. Longitud en milímetros de la hembra del biorregulador *C. montrouzieri*

Longitud del macho

En el análisis de los datos obtenidos en cuanto a la longitud del macho pudo apreciarse que los valores oscilaron entre 3,92 y 4,68 con una media de 4,30 milímetros, este parámetro evidenció que el 20 % de los lotes manifestaron valores por debajo del límite inferior y el 14 % por encima del máximo, estando el 66 % de los lotes dentro del parámetro (Figura 8).

Los resultados obtenidos en este estudio se encuentran dentro del rango descrito por Milán *et al.*, (2005) para la especie con dimensiones de 4,5 mm de largo. Por su parte Godoy y López (2003) lograron una longitud promedio de los machos de 4,5 mm, con valores extremos entre 3,8 – 5,4 mm.

Como puede apreciarse en cuanto al tamaño de los ejemplares este se comportó según lo previsto, pues se evidenció mayor tamaño en las hembras que los machos coincidiendo con lo planteado por Godoy y López (2003) quienes refieren que los machos adultos tienen largos promedios menores que las hembras

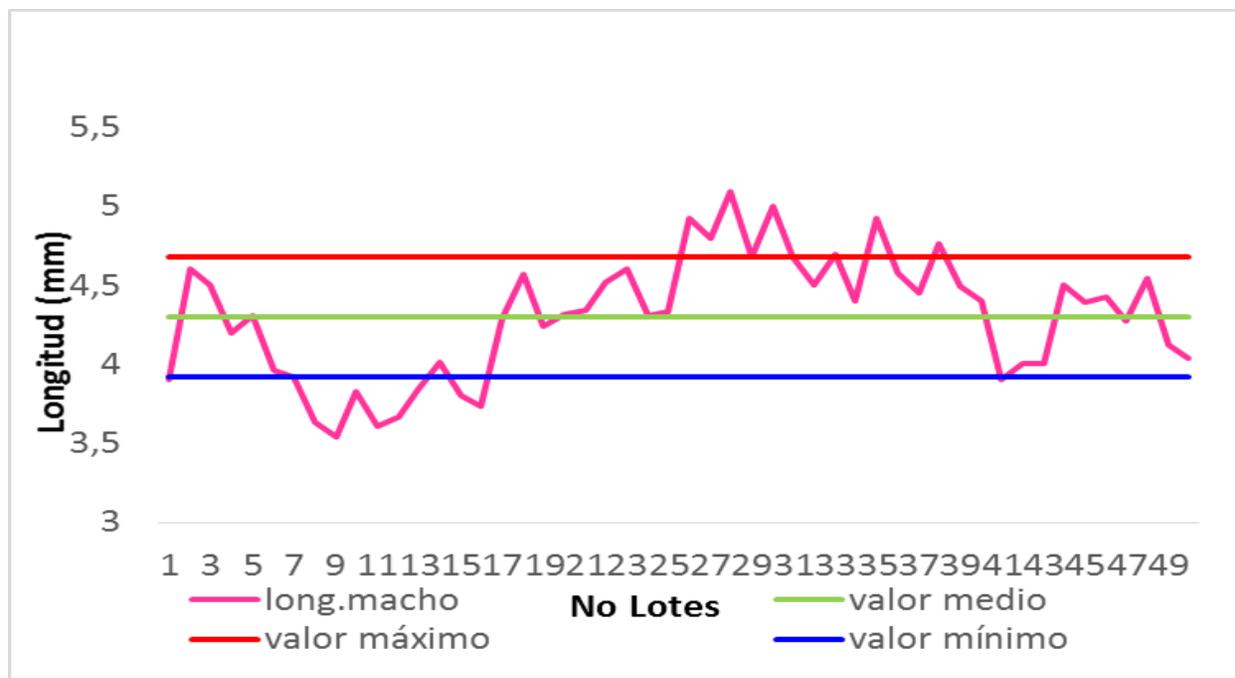


Figura 8. Longitud en milímetros del macho del biorregulador *C. montrouzieri*

Ancho en milímetros de la hembra

En cuanto al ancho en milímetros de la hembra del biorregulador *C. montrouzieri* pudo apreciarse según el análisis estadístico que los valores máximo y mínimo estuvieron entre 3,0 y 3,2 milímetros para una media de 3,1, según puede observarse la oscilación entre los valores es apenas perceptible, reflejando que el 10% de los lotes presentaron valores fuera del rango obtenido en este estudio (Figura 9).

Los estudios realizados por Milán *et al.*, 2004 en material procedente de Trinidad y Tobago, así como la primera generación en Cuba arrojaron que la talla promedio de los imagos de ancho fue de 2,7 – 3,5 mm, valores similares a los obtenidos en este estudio.

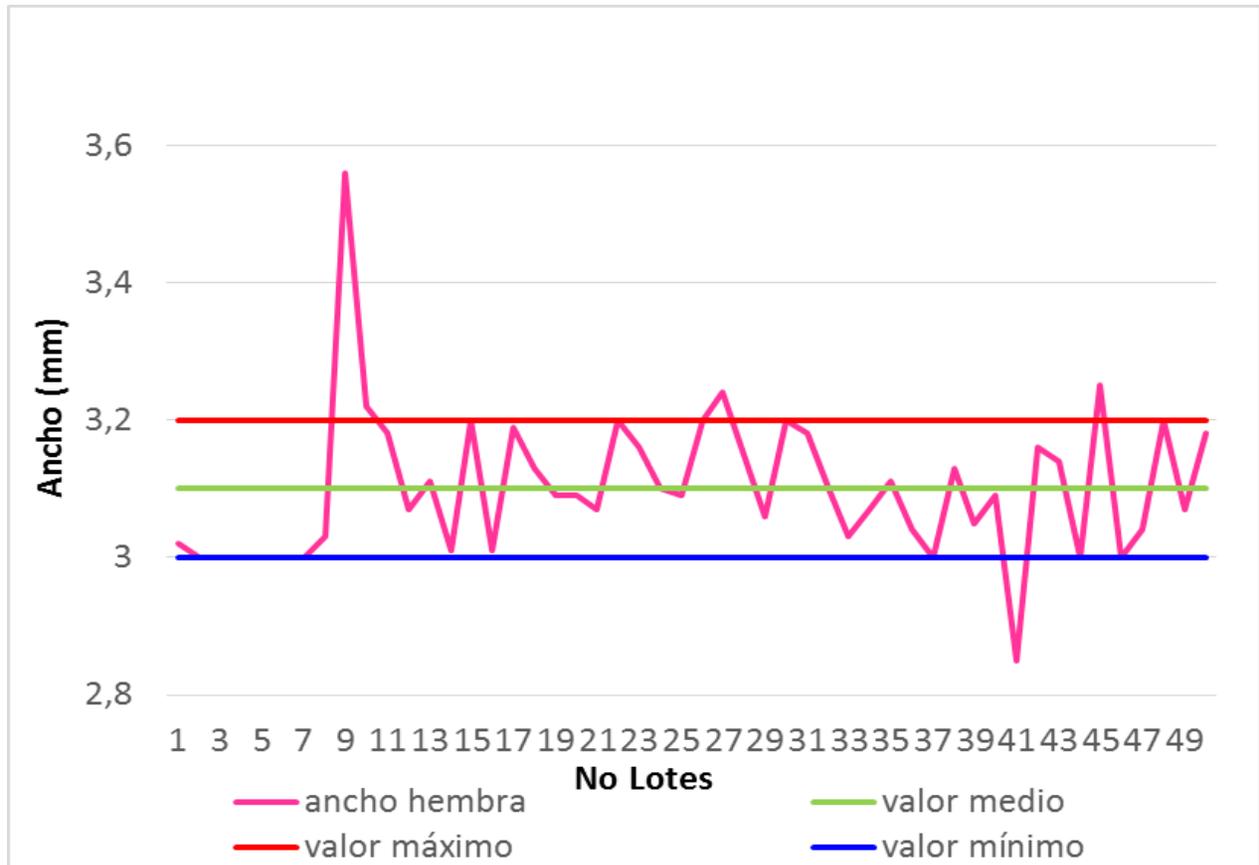


Figura 9. Ancho en milímetros de la hembra del biorregulador *C. montrouzieri*

Ancho en milímetros del macho

La dimensión del ancho en milímetros del macho *C. montrouzieri* (Figura 10) estuvo entre 2,93 a 3,09; con un valor medio de 3,01 manifestando un 10 % del valor mínimo y el 6 % del valor máximo fuera de parámetros, demostrando que en cuanto a este parámetro el macho resulta más pequeño que la hembra comportándose como la mayoría de las especies de insectos.

Los resultados obtenidos en este estudio se encuentran dentro del rango descrito por Milán *et al.*, 2005 para la especie con dimensiones 3 mm de ancho

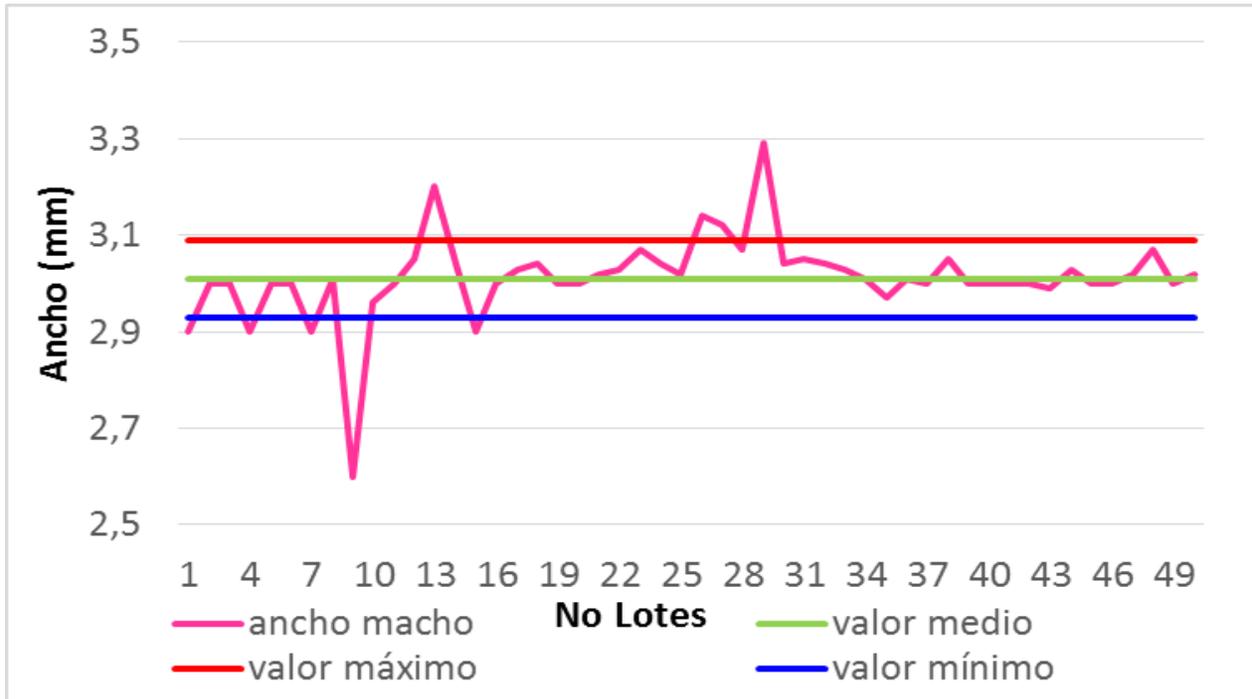


Figura 10. Ancho en milímetros del macho del biorregulador *C. montrouzieri*

Hembras deformadas

El análisis de hembras deformadas reflejó que estas ocurrieron en alas y no en todos los lotes evaluados se presentaron deformación en sus individuos (60%), por su parte el 20 % alcanzó valores por encima del límite máximo (1,8 % de deformación de alas) (Figura 11), debiendo señalar que no se presentó atrofiamiento en el aparato bucal o genital en ninguno de los lotes analizados lo cual es un signo positivo del estado de salud genética de la población en desarrollo, teniendo en cuenta lo descrito por Milán *et al.*, (2004).

Este aspecto es de vital importancia en un lote de producción pues en la medida que aumenta el nivel de atrofias disminuye la productividad del lote.

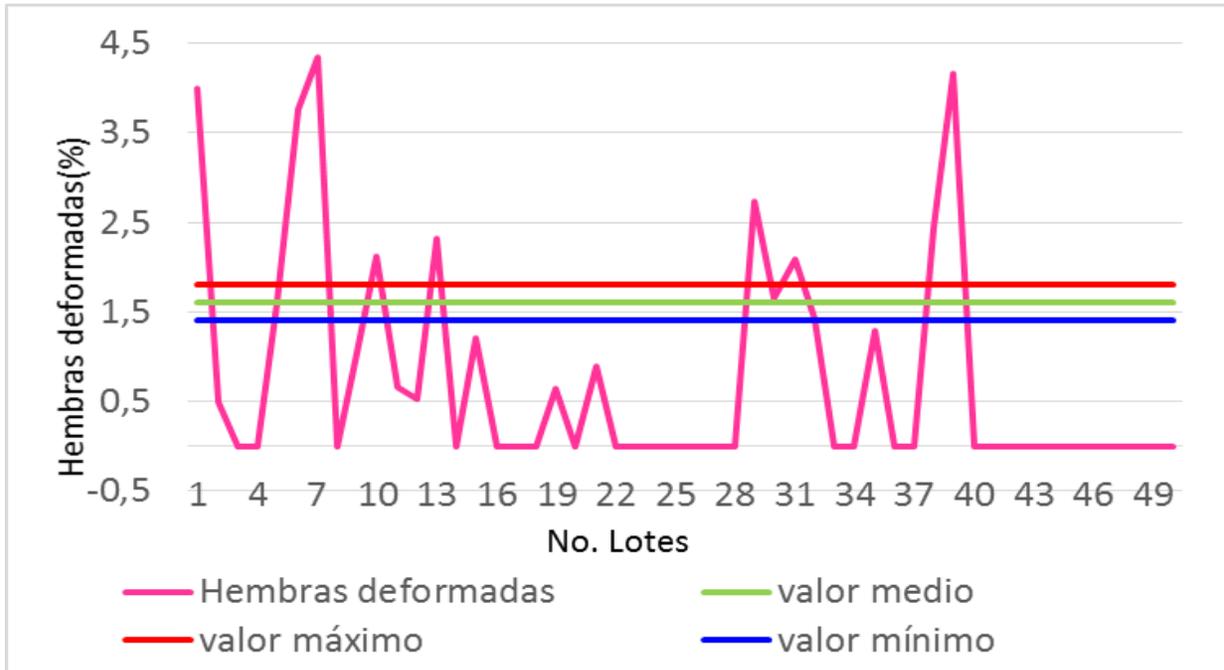


Figura 11. Hembras deformadas del biorregulador *C. montrouzeri*

Machos deformados

De acuerdo al resultado del análisis de la malformación en machos, al igual que en las hembras estas ocurrieron en las alas (Figura 12) pudiendo constatar que en 30 lotes (60%) no se presentaron deformaciones en sus individuos, de acuerdo al análisis estadístico se determinó que el límite máximo y mínimo estuvo entre 1,3 y 1,5 % mientras que el valor medio de deformación para los machos fue de 1,4 %.

Es necesario resaltar que aunque para el análisis se tuvo en cuenta cualquier tipo de malformación, las detectadas en este estudio no representan daños al buen desarrollo del lote y su descendencia, aunque sí a su capacidad de depredar en condiciones de campo pues al tener dificultades en las alas le impide buscar la presa.

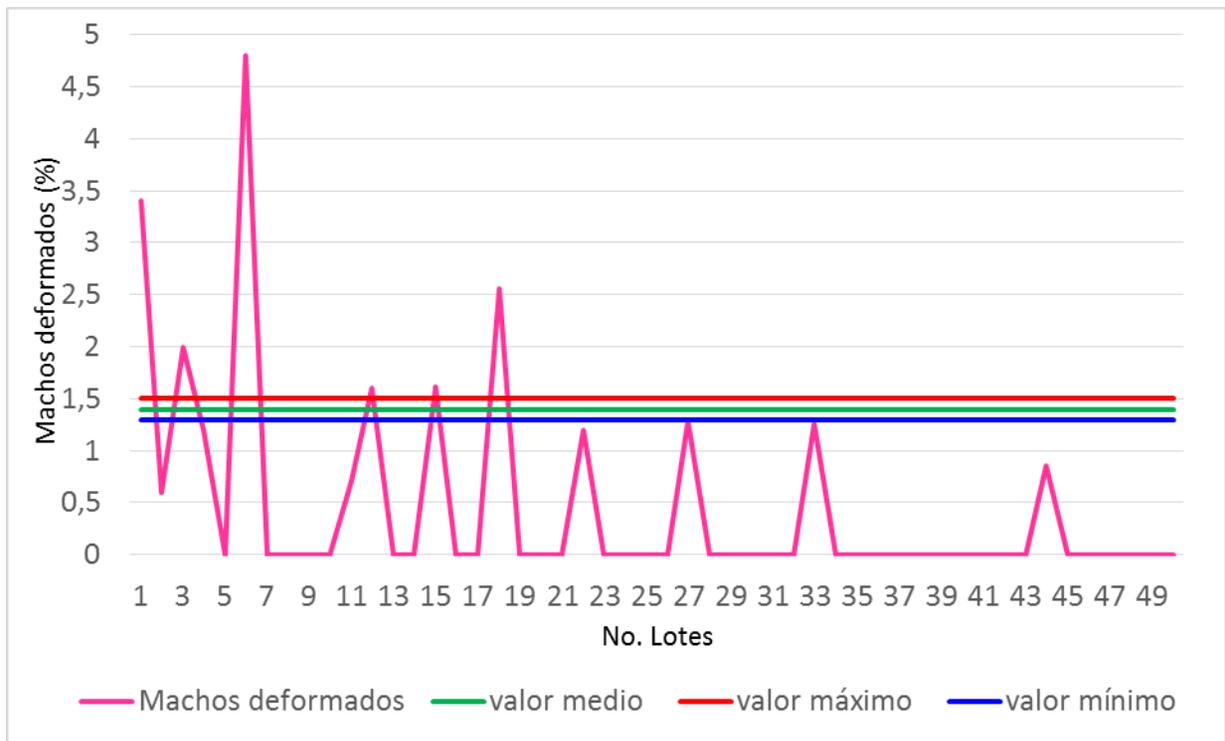


Figura 12. Machos deformados del biorregulador *C. montrouzieri*

Productividad

La productividad de los lotes analizados en este estudio reflejó que el mayor número de lotes se comportó dentro de los valores mínimo y máximo (11,7 – 26,6 individuos/hembras), solo cuatro lotes estuvieron por debajo del límite mínimo lo que representó el 8% (Figura 13).

Teniendo en cuenta los resultados observados en este trabajo la mayor productividad se alcanzó cuando la hembra adulta tenía entre 15 y 20 días de nacidas, con un promedio en este momento de 27,3 individuos/hembra comenzando a decrecer su productividad a partir de los 35 – 40 días con valores entre 12,7 y 15,1 individuos /hembra respectivamente.

Los resultados obtenidos en este estudio, tienen una importancia vital ya que al conocer la etapa de mayor productividad del lote se puede trabajar en función de obtener mejores resultados, teniendo en cuenta que no es productivo mantener una producción superior a los 40 días si se sabe que la descendencia disminuye.

Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Godoy y López (2003) quienes aseguran haber logrado los mayores niveles de productividad entre los 14 y 77 días de vida, mientras que Granda *et al.*, (2008) aseguran que su mayor productividad de los lotes ocurrió entre los 10 y 15 días.

Según estudios de Milán *et al.*, (2004) el incremento en la productividad, difiere de una provincia a otra, siendo positivas en algunos casos y negativas en otros, refiriendo que las principales causas que produjeron los decrecimientos en varias provincias y en años determinados se deben fundamentalmente por falta de alimento.

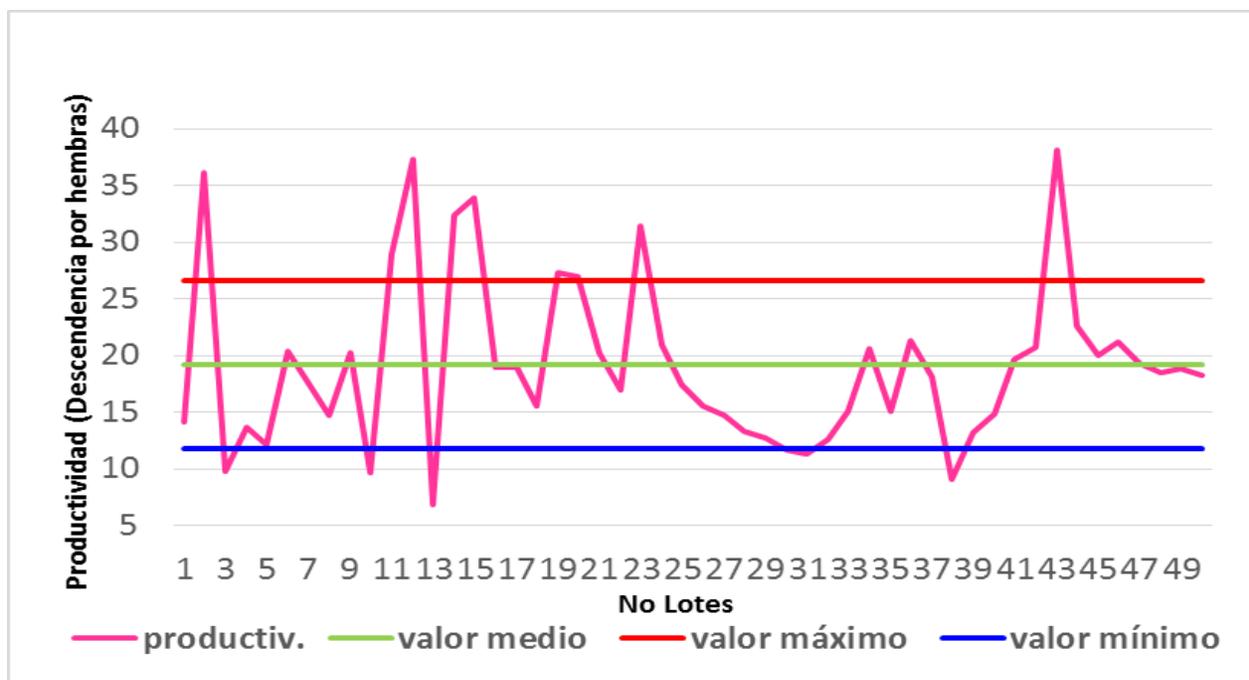


Figura 13. Productividad del biorregulador *C. montrouzieri*

Longevidad

En el análisis de la longevidad en días pudo comprobarse que el rango de valores para el caso específico del laboratorio osciló entre los 51,47 y 55,57 días, máximo y mínimo respectivamente, con una media de 54,52 como puede apreciarse en la (Figura 14) solo cuatro lotes se quedaron por debajo de 51,47; el resto osciló entre los límites valorados. En las observaciones realizadas a los lotes se pudo comprobar que la longevidad aumentó cuando el suministro de comida se mantuvo estable.

Estos resultados coinciden por lo planteado por Godoy y López (2003) quienes alcanzaron valores de longevidad promedio de 54 días, mientras que discrepan con Bolaños (2001) quien asegura una supervivencia de *C. montrouzieri* de 120 días, por su parte Milán *et al.*, (2004) logró una longevidad máxima de 105 días de los imagos que fueron introducidos al país desde Trinidad y Tobago.

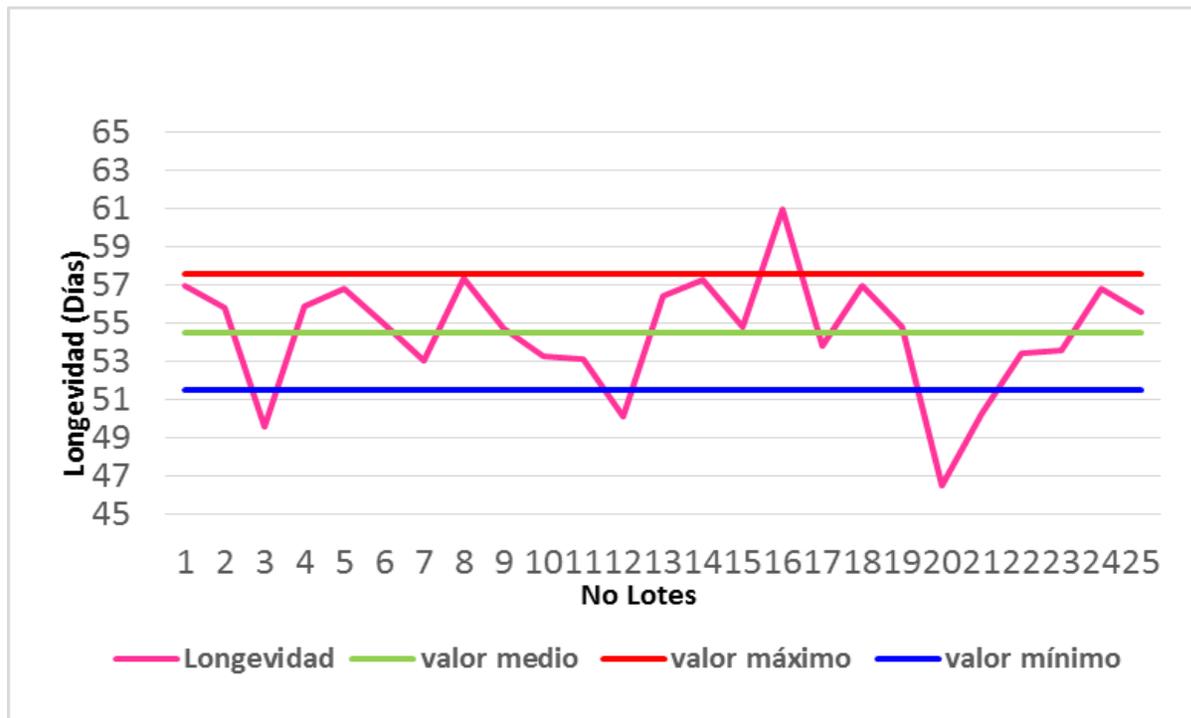


Figura 14. Longevidad del biorregulador *C. montrouzieri*

Propuesta de los parámetros de calidad

De acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis estadísticos de cada una de las variables analizadas y teniendo en cuenta los valores máximos y la desviación resultante se elaboró una propuesta para establecer las categorías de los parámetros de calidad en el CREE del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Cienfuegos (Tabla1).

Tabla 1. Propuesta de los parámetros de Calidad

Parámetros de Calidad	Valores estadísticos	Propuesta de parámetros de calidad		
		(Categorías)		
	Media \pm Desviación Típica	1ra	2da	3ra
Días para emerger	37,2 \pm 3,02	35-40	≤ 34 ó > 40	-
Días emergiendo	5,4 \pm 1,74	5 – 7	8 - 9	9 -10
Proporción de sexo	1,04 \pm 0,16	1,0 - 1,2	0,8 - 0,9	0,6 - 0,7
Longitud promedio de la hembra (mm)	5,07 \pm 0,44	$\geq 5,0$	4,7- 4,9	4,5 – 4,6
Longitud promedio del macho(mm)	4,30 \pm 0,38	$\geq 4,5$	3,9 - 4,4	3,8 – 4,0
Ancho promedio de la hembra (mm)	3,10 \pm 0,10	$\geq 3,2$	2,9 – 3,0	-
Ancho promedio del macho (mm)	3,01 \pm 0,08	$\geq 3,0$	2,8 - 2,9	-
Porcentaje de hembras deformados	1,6 \pm 0,2	0	1,4 - 1,5	$> 1,6$
Porcentaje de machos deformados	1,4 \pm 0,2	0	$\leq 1,3$	$> 1,4$
Productividad	19,17 \pm 7,43	≥ 25	19 - 24	15 -18
Longevidad (días)	54,52 \pm 3,05	≥ 54	51 - 53	≤ 50

CONCLUSIONES

1. Se logró la reproducción de *C. montrouzieri* en las condiciones del Laboratorio Provincial de Cienfuegos introduciendo las adecuaciones propuestas a la metodología.
2. Se estableció una propuesta de los parámetros de control de calidad para *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant.
3. Con los indicadores de calidad analizados se pudo constatar que la cría ha mantenido el nivel de calidad inicial, lo que confirma la validez de los mismos y permite que *C. montrouzieri* se pueda utilizar en el control de *M. hirsutus*.

RECOMENDACIONES.

1. Extender a los centros de reproducción de *C. montrouzieri* las adecuaciones a la metodología resultantes de este trabajo.
2. Validar los parámetros de calidad y continuar precisando los valores óptimos para este tipo de producción.
3. Proponer las adecuaciones a la metodología y los parámetros de calidad de *C. montrouzieri* como norma ramal del Ministerio de la Agricultura.

BIBLIOGRAFÍA

Abreu, R.; O. Milán; E. Massó; E. Rijo; S. Caballero; R. Marín; A.Z. Martínez; J.L. Armas; M. Peña; J.F. Álvarez; A. Fuentes. (2010). Manual de metodologías de reproducción de entomófagos. INISAV. La Habana. Noviembre. 134 p.

Afifi, Arnaouty SA, Attia AR, Abd alla A el-M. (2010). Biological control of citrus mealy bug. *Pak J Biol Science* Mar 1; 13 (5):216-22.

Avilés, P.R.; González Nancy, G.; Martínez Yolanda, S.; Ramos Nancy G. y Sotomayor S. E. (2003). Observación sobre diagnóstico y control de plagas frecuentes en la Agricultura Urbana. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt". (INIFAT), Libro Resumen. II Encuentro Provincial de Agricultores Urbanos, Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales, Filial Ciudad de La Habana, 40 p.

BIOPLANET, (2001). Cryptopak 1000, *Cryptolaemus montrouzieri*, depredador de la cochinilla algodonosa, Recuperado en: <http://www.bioplanetit/>. Consultado en: Marzo/2015.

Blanco, E.R.; Navarro A, Pérez Isabel, Vázquez L, Martínez Maria A, López R. (1999). Actions underlak en as parlo of the Cuban Defense Programme against the Pink Hibiscus Mealybug. *Maconellicoccus hirsutus* (Green). In: Workshop on the Biological Control of Pink Hibiscus Mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) in the Caribbean Sub-Region. Port of Spain. Trinidad and Tobago.

Bolaños, J. F. (2001). *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae Cen: Saninet (IICA). Recuperado en <http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/biocontrol/predadores/mariquitas.html>

Consultado en: Marzo/2015.

Cardona Catherine. (2001). Seminarios sobre la cochinilla rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Green) Proyecto Regional de fortalecimiento de la Vigilancia Fitosanitaria en cultivos de exportación no tradicionales-Vifinex. Memorias. Guatemala.

Cermeli, M., Morales P., Godoy F., Romero R, Cárdenas Olga. (2002). Presencia de la cochinilla rosada de la cayena *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) en Venezuela *Entomotropica*: 17(1):103-105.

Castellanos, L; Rivero, T.; Roselló, B.; Jiménez, R.; Dueñas, M.; Rodríguez, A. y Acea, R. (2002). Los manejos Integrados de plagas hacia la sostenibilidad de la agricultura en la provincia de Cienfuegos. Forum Ramal Tecnológico 15 p.

Ceballos Margarita, Martínez María A, Suris Moraima. (2007). Selección y reproducción masiva de un agente de control biológico de pseudocócidos, en: Taller Producción y Manejo Agroecológico de Artrópodos Benéficos. La Habana, Cuba.

Chong, J.H; Oetting; R. (2009). Intraguild predation and interference by mealybug predator *C. montrouzieri* on the parasitoid *Leptomastix dactylopii*. *Biocontrol Science and Technology*. 17 (9): 933-944.

Ciba- Geygi (1981). Manual de ensayos de campo en producción vegetal, 2.da edición. Basilea, Suiza.

Cloyd, R.A., Dickinson A. (2006). Effect of insecticides on mealybug destroyer (Coleoptera, Coccinellidae) and parasitoid *Leptomastix dactylopii* (Hymenoptera: Encyrtidae), natural enemies of citrus mealybug (Homoptera: Pseudococcidae). J Econ Entomol. Oct, 99 (5): 1596-604.

Eades, A. (1996). The pink mealybug in the Caribbean. En: Regional Actions Programme for Control of the Pink Mealybug Fact Sheet (Trinidad). 4 p.

Evans, G., Takumasa Kondo, María Fernánda Maya-Álvarez, Liliana María Hoyos-Carvajal, John Albeiro Quiroz, Marcela Silva-Gómez. (2012). First report of *Anagyrus Kamali* moursi and *gyranusoidea indica* shafee, alam an Agarwal (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoids of the pink hibiscus mealybug *maconellicoccus hirsutus* (Green) (Homoptera:Pseudococcidae), on San Andres Island, Colombia. Corpoica *Cienc.Tecnol. Agropecu.* 13(2): 219-222.

Fernández-Larrea, O. (2002). Control de calidad de los insecticidas microbianos. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 65: 120.122.

Fernández, A.A, Salazar B. Alina. (2003). Propuesta de evaluación final para cursos de capacitación de Manejo Integrado de Plagas a productores agrícolas de C. Habana. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt ". (INIFAT), Libro Resumen. II Encuentro Provincial de Agricultores Urbanos, Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales, Filial Ciudad de La Habana, p. 44.

Gautam, RD. (1996). Multiplication and use of exotic coccinellids. Technical manual. The Caribbean Agricultural Research and Development Institute. 34 p.

Ghose, S.K. (1972). Biology of the mealybug *Maconellicoccus hirsutus*. *Indian Agric.* 16(4): 323-332.

Ghulam, Sarwar Salangi, Filitsa Karamaouna, Dimitris Kontodemas, Panagiotis Milonas, Mohammad Khan Lohar, Ghulam Hussain Abro, Riaz Mahmood (2012). *Phytoparasítica* 04/2012, 41(2) Effect of high temperatures on survival and longevity of the predator *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. *Entomologist* 06/2009, 34 (2):179-188ESI. *Climas del mundo*. Recuperado en: <http://www.esi/>. Consultado en: Marzo/2015.

Godoy, Loreto; López L.E. (2003) Tesis en opción por el título de ingeniero Agrónomo. Universidad Católica del Valparaíso. Determinación de parámetros biométricos y biológicos para el control de calidad en una crianza comercial de *C. montrouzieri* Mulsant

González, Miriam; Zayas, María; Sotomayor, E; Cruz, B y Croche, Grisel. (2003). Los coccinélidos como control biológico de insectos plagas en la Agricultura Urbana. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt”. (INIFAT), Libro Resumen. II Encuentro Provincial de Agricultores Urbanos, Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales, Filial Ciudad de La Habana, p. 34, 2003. Recuperado en: <http://www.agroterra.com/profesionales/articulos<html;http://www.bricopage.com/jardineria.htm> Consultado en: Marzo/2015.

Granda, Regla Alemán., J. Mur, R. R., Echemendia, J. (2008) Aseguramiento del control de la calidad de *C. montrouzieri* Mulsant en la provincia de C. de Ávila. Memorias del Evento Internacional de Sanidad Vegetal. La Habana.

Hernández, S.; González-Hernández, H., Lomeli-Flores, J. R.; Rodríguez L. E.; y Robles, B. A. (2012). Efecto de *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae) en la actividad parasitoide de *Anagyrus kamali* (Hymenoptera:

Encyrtidae) sobre *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae. *Revista Colombiana de Entomología* 38 (1): 64-69.

Hernández, S. (2011). Efecto del depredador *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: coccinellidae) en la actividad parasítica de *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae) sobre al cochinilla rosada del hibisco. Tesis presentada en opción al título de master en Ciencias. 30 p.

Hoy, M.A. (2008). Four – Legged Mites (Eriophyoidea or Tetrapodili. Encyclopedia of entomology. 2 da. Edición. Scienca + Business Media B. V. Univ. of Florida, Gainesville, EEUU.

ICA, Instituto Colombiano Agropecuario (2010). Plan para el manejo y mitigación del riesgo ocasionado por la cochinilla rosada (*Maconellicoccus hirsutus*) y la chinche acanalada (*Crypticerya multicastrices*) en las Islas de San Andrés, Colombia. Subgerencia de protección vegetal dirección técnica de epidermiología y vigilancia fitosanitaria.

IICA (1998) La emergencia, reproducción y propagación de la cochinilla rosada en las Américas. San José Costa Rica. 31p.

Jacobsen, C.M. y Hara, A.H. (2002): Field and postharvest treatments against the pink hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Homoptera Pseudococcidae) University of Hawaii AT Monoa, Plant and Environmental Protection Sciences, TAHR, 461 W Lanikaula St, Hilo, HI. Recuperado en: <http://esa.confex.com/esa/2002/echprogram/paper6895.htm> Consultado en: marzo /2015.

Kairo, M.T.; Pollard, G.V.; Peterkin, D. y Vyjayanthi F. Lopez. (2000). Biological control of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Caribbean. *Integrated Pest Management Reviews*. 5: 241-254.

Kaufmann, T (1996). Diurnalies of Speun Transfer, Mixing, and Fertilization in *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae) in Kenya. *Africa. Annals off the Entomological Society of America* 89(2): 238-242.

Kondo, I., Gullan P., Ramos Portilla AA. (2012). Report of new invasive scale insects (Hemiptera: Coccoidea), *Crypticerya multicitricis* Kondo and Unruh (Monophlebidae) and *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Pseudococcidae), on the islands of San Andres and Providencia, Colombia, With an updated taxonomic key to iceryine scale insects of South America *Insecta Mundi* 1: 17.

Leppla, N. (2003). Quality Control of Natural Enemies: Mass Rearing Systems. Recuperado en: <http://www.biocontrol.ifas.utl.edu/> line). [http:// www.fauna-iberica.mncn.csic.es/](http://www.fauna-iberica.mncn.csic.es/) Consultado en: Marzo /2015.

Leppla, N.C. (2002). Quality Control of Natural Enemies. Mass Rearing System. Proceedings of the Eighth and Ninth Workshops of the IOBC Working Group on Quality Control of Mass-Reared Arthropods.

Lerch, G. (1977). La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. Editorial Científico Técnica La Habana.

LLorens, J.M. (1990). Homóptera I. Cochinillas de los cítricos y su control biológico. Valencia, Pasa Ediciones. 260 p.

López, L. E. (2013). Tolerancia de enemigos naturales de chanchitos blancos a insecticidas. Facultad de agronomía Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Malais, M. y Ravensberg, W.I. (1991). Conocer y reconocer, la biología de las plagas de invernadero y sus enemigos naturales. Rotterdam, Koppert Biological Systems. 109 p.

Mani, M. (1988). Bioecology and management of grapevine mealybug. Indian Inst. Hort. Res. *Tech. Bulletin.*; 5:1-32.

Mani, M. A. (1989). Review of the pink mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green). *Insect Sci. Applic.*; 10 (2):157-167.

Martínez, María A., Blanco ER y Suris Moraima. (2005) Fauna de chinches harinosas (Hemiptera: Coccoidea) asociadas a plantas de interés Plantas arbóreas. *Rev. Protección Veg.*; 20(2):125-137.

Martínez, María A.; Blanco, ER. Y Suris, Moraima. (2006). Fauna de chinches harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae) asociadas a plantas de interés:II Árboles Frutales *Rev. Protección Veg.*; 21 (2):109-113.

Martínez, R, M.A. (2007). La cochinilla Rosada del hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) un peligro potencial para la agricultura cubana. *Revista Protección Veg.* V.22 n.3 La Habana sep.- dic.

Matamoros, T. M. (2015). Comunicación personal. Especialista Entomófago. INISAV. La Habana.

Martínez, M. A.; Blanco, FR y Suris, Moraima (2007): Fauna de chinches harinosas (Hemiptera: Psedococcidae) asociadas a plantas de interés: III Cafeto y Cacao. Rev Protección Veg. 22(2):85-88.

Meyerdirk D., Warkenin R, Atavían B, Gersabeck E, Francia A, Adams M, y Francis F. (1998): Biological Control of Pink Hibiscus Mealybug Project Manual USDA.

Meyerdirk, D., Warkenin R, Attavian B, Gersabeck E, Francia A, Adams M y Francis E. (2000): Manual de Proyecto para el Control Biológico de la Cochinilla Rosada del Hibisco. USDA-IICA

Milán, Ofelia; Esperanza Rijo y Elizabeth Concepción. (1999). Metodología de reproducción de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant y *Anagyrus kamali* Moursi y sus hospedantes. INISAV. La Habana. Noviembre.

Milán, Ofelia; Esperanza Rijo; Elina Massó; Nidia Acosta; Nivia Cueto, Dianelys Sandoval; Dinorah López; Nery Hernández; Teresa Rodríguez, Botta, E.; Carmenate, H.; Rodríguez, O.; Torres, N.; Larrinaga, J.; Martínez, M.A.; Miriam González, Alemán, J.; Rodríguez, L.A.; Margarita Peña; Susana Caballero; Concepción, E.; Teresa Corona, de Armas, J.L.; Díaz, J.; Inés Essen; Gómez, M.; Esther Gómez; Migdalia O'Reilly; Regla Granda; Ordaz, L; María Pineda; Taimy Ramos; Reyes, L.; Doremis Rosales, Cruz, B.; Luz De Viñedo. (2004). Introducción, fase de cuarentena y establecimiento del depredador *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) para el control de *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Homoptera: Pseudococcidae). Etapa inicial del Proyecto: Prevención, mitigación de impactos y manejo de la cochinilla rosada en Cuba. MINAGRIC. 39 p.

Milán, Ofelia, Esperanza Rijo y Elina Massó (2005). Introducción, cuarentena y desarrollo de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant en Cuba, En: *Fitosanidad*, Vol. 9, no. 3, septiembre 2005, pp. 66 - 73.

Milán, Ofelia y Nivia Cueto (2011). Manejo de poblaciones de coccinélidos depredadores mediante insectarios rústicos en las Fincas. Manual para la adopción del MAP en Fincas de la Agricultura suburbana. INISAV INIPAL. La Habana. 279 p.

Moreira, Ileana y Villalba, V. V. (2010). “Establecimiento de los protocolos de colecta, multiplicación y crianza del coleóptero biocontrolador *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant sobre su hospedante *Dysmicoccus brevipes* en tres cultivos hospedantes bajo condiciones controladas con miras a su producción masiva y liberación en campo”. Informe Final. Instituto Tecnológico de Costa Rica

Vicerrectoría de Investigación y Extensión Dirección de Proyectos.

Noyes, J. S. (2012). Manejo integrado de plagas y la protección al consumidor Universal Chalcidorida Database. *Phytoparasitica* 41(2) Recuperado en <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids> Consultado en: Mayo/2015.

Pioro, B. (2006). Mealybug invades Grand Cayman. Caymanian Compass, Cayman FreePress. Recuperado en: <http://www.caycompass.com/cqibin/CFPnews.cqi?ID=1014261#commsts> . Consultado en: Mayo/2015.

Pollard, G. (2002): Impacto of Hibiscus Mealybug (*Maconellicoccus hirsutus*) on Caribbean Agricultura. En: I Simposio Internacional sobre Vigilancia Fitosanitaria y su

relación con la Protección del Entorno. Conferencia magistral. Palacio de Convecciones, La Habana. Cuba, 28 Oct-1 Nov.

Porcuna, I. Boix, C y Jiménez, A. (2001). Control biológico de plagas mediante el manejo de insectos útiles: los insectarios de la CAPA Recuperado en: [http://www22.sede.embrapa.br/snt/piue/Produ%E7%E3o%20Integrada%20na%20Uni%E3o%20Europ%E9ia/G\)%20Normas%20Técnicas%20%20PI%20UE/G1\)%20Normas%20Técnicas%20%20PI%20Espanha/G1.15\)%20Valencia/G1.15.5\)%20Artigos%20sobre%20PI/Controle%20Biologico.pdf](http://www22.sede.embrapa.br/snt/piue/Produ%E7%E3o%20Integrada%20na%20Uni%E3o%20Europ%E9ia/G)%20Normas%20Técnicas%20%20PI%20UE/G1)%20Normas%20Técnicas%20%20PI%20Espanha/G1.15)%20Valencia/G1.15.5)%20Artigos%20sobre%20PI/Controle%20Biologico.pdf). Consultado en: Mayo/2015.

Reddy, G.V., Muniappan R, Cruz ZT, Naz F, Bamba JP, Tenorio J. JEE (2009). Present status of *M. hirsutus*. *Revista Protección Veg.* V.22 n.3 La Habana sep. dic.

Rosas-García, N., de Luna-Santillans, E. y Villegas-Mendoza, J. (2009). Potencial de depredación de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsan hacia *Planococcus citri* Risso. *Entomologist* 06/2009, 34 (2):179-188.

Rothwangl, K.B., Cloyd RA, Wiedenmann RN. (2004). Effects of insect growth regulators on citrus mealybug parasitoid *Leptomastix dactylopii* (Hymenoptera: Encyrtidae). *J Econ Entomol.* Aug, 97(4):12 39 44.

SAF (2004) Detección de la cochinilla rosada del hibiscus *Maconellicoccus hirsutus* (Green), en el municipio de Bahía de Banderas del estado de Nayant, México. Noticias sobre brotes de plagas del Sistema de Alerta Fitosanitaria de la NAPPO Recuperado en: <http://www.pestalert.org/viewArchNewsStory.cfm?nid=297> Consultado en: Marzo/2015.

Valdebenito, M. (1985). Estudio de la biología y etología de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant y proposición de un sistema optimizado de multiplicación masiva. Tesis de Grado Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía 101 p.

Van lenteren, J. (2003). Status of Quality Control for Natural Enemies in Europa. Recuperado en: www.biocontrol.ifas.utl.edu/ Consultado en: Marzo/2015.

Vargas, E. (2009). Propuesta de Alternativas de manejo de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de la pina, basado en el uso racional de agroquímicos dirigidas hacia la reducción del escurrimiento de plaguicidas al Mar Caribe, Región Huetar Norte de Costa Rica. Proyecto GEF-PERCAR, Costa Rica. 15 p.

Vázquez, L.; Matienzo, Yamil; Veitia, Marlene y Alfeno, Yanet. (2008). Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas en Cuba. La Habana. 198p.

Vázquez, LL. (1997). Contribución al conocimiento de la chinche harinosa rosada (*Maconellicoccus hirsutus* Greem) Boletín Técnico (INISAV) No. 4, 3 p.

Vázquez, LL. Navarro A. y Blanco ER. (2002). Riesgos que la Cochinilla Rosada (*Maconellicoccus hirsutus*) para Cuba. La Habana INISAV. 41 p.

Vázquez, L.L. (2010). Manejo de plagas en la agricultura ecológica. *Boletín fitosanitario* 15(1): enero, 2010. ISSN: 1816-8604. 117 p.

Watson, G. y Chandler, I.R. (2000). Identificación de las cochinillas o piojos harinosos de importancia en el Caribe Commonwealth Science Council CAB Internacional Edición Española. 44 p.

Williams, D.I. (1996). A brief account of the hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), a pest of agriculture and horticulture, with descriptions of two related species from southern. Asia. Brill *Entomol Research*; 86:617-628.

Yudelevich, M. (1950) Control biológico de los *Pseudococcus* en Chile. Tesis Ing. Agr. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía 126 p.

Zarazaga, M. (2001). El reino animal en la Península Ibérica y las Islas Baleares. 44:8-17 Recuperado en: www.biocontrol.ifas.utl.edu/ Consultado en: Marzo/2015.

Zhang, A.; Amalin, D.; Shirali, M.; Franqui, R.; Oliver, J; Klun, J.; Aldrich, J.; Meyerdik, D., Lapointe, S. (2004). Sex pheromone of the pink hibiscus meal and bug, *M. hirsutus* contains an unusual clobutanoid monoterpene. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 101: 9601-9606.